

---

# DIPLOMARBEIT

---

Ing.  
**Heimo Rauth**

## **Anlagenmanagement**

Reorganisation der Instandhaltung eines  
Steinbruchs unter technisch-  
wirtschaftlicher Reflexion.

2012

# **DIPLOMARBEIT**

---

## **Anlagenmanagement**

Reorganisation der Instandhaltung eines  
Steinbruchs unter technisch-  
wirtschaftlicher Reflexion.

Autor:  
**Herr Ing. Heimo Rauth**

Studiengang:  
**Wirtschaftsingenieurwesen**

Seminargruppe:  
**WI09 Weiz**

Erstprüfer:  
**Prof. Dr.-Ing. Hartmut Lindner**

Zweitprüfer:  
**Dr. Dipl.-Ing. Reinhold Pilipp**

Einreichung:  
**Mittweida, 04.04.2012**

Verteidigung/Bewertung:

---

## **Bibliografische Angaben/ Kurzreferat**

### **Bibliografische Angaben**

Ing. Heimo Rauth:

Anlagenmanagement, Reorganisation der Instandhaltung eines Steinbruchs unter technisch-wirtschaftlicher Reflexion. Fakultät für Wirtschaftswissenschaften. Hochschule Mittweida (FH) UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES. Diplomstudiengang, Betreuer Dipl.-Ing. Dr. Reinhold Pilipp. WI09 Weiz, Matrikel-Nr.: 24560, 2012, 140 S., 38 Literaturquellen.

### **Kurzreferat**

Ziel der Diplomarbeit ist es, die interdisziplinären Fähigkeiten des Wirtschaftsingenieurs an einer ganzheitlichen Betrachtung des Anlagevermögens eines Steinbruchs anzuwenden. Nach einer eingehenden Iststanderfassung werden gemeinsam mit dem Partnerunternehmen die größten Potentiale für eine Verbesserung ermittelt. Diese Themengebiete werden unter Aufbereitung der einschlägigen Theorie abgearbeitet.

Als Schwerpunktthemen erwiesen sich die Instandhaltung mit der Datenerfassung und Auswertung sowie Inspektionsplanung und Ersatzinvestition.

# Inhaltsverzeichnis

Bibliografische Angaben/ Kurzreferat .....	III
Inhaltsverzeichnis.....	IV
Abbildungsverzeichnis .....	VI
Tabellenverzeichnis.....	VIII
Abkürzungsverzeichnis .....	IX
1 Einleitung .....	1
2 Anforderung .....	4
2.1 Aufgabenstellung.....	4
2.2 Zielsetzungen.....	4
2.3 Methodische Vorgehensweise .....	4
3 Theorie.....	6
3.1 Einteilung der Wissenschaften .....	6
3.2 Instandhaltung .....	8
3.2.1 Stellung der Instandhaltung .....	8
3.2.2 Instandhaltungsarten und -strategien .....	9
3.2.3 Grundmaßnahmen der Instandhaltung .....	10
3.2.4 Instandhaltungsnormen .....	13
3.2.5 Aufgaben der Instandhaltung .....	14
3.2.6 Instandhaltungscontrolling.....	18
3.3 Anlagen Management.....	22
3.3.1 Nutzungsphasen technischer Anlagen .....	22
3.3.2 Anlagenverwaltung .....	26
3.4 Organisationslehre .....	32
3.4.1 Aufbauorganisation/Ablauforganisation .....	32
3.4.2 Aufgaben der Prozessorganisation.....	34
3.4.3 Darstellung der Prozesse .....	35
3.5 Grundlagen Wirtschaft .....	36
3.5.1 Betriebswirtschaftslehre.....	36
3.5.2 Rechnungswesen.....	38
3.5.3 Controlling .....	44
3.5.4 Investitionsrechnung .....	46
3.5.5 Wirtschaftlichkeit von IT-Projekten .....	52
4 Ist Situation.....	55
4.1 Unternehmen .....	55
4.1.1 Unternehmensgegenstand .....	55
4.1.2 Anlagenbeschreibung.....	56
4.2 Organisation .....	64
4.3 Instandhaltungsmanagement .....	66
4.3.1 Instandhaltungsstrategie.....	66
4.3.2 Herstellervorschriften.....	66
5 Soll Situation .....	72
5.1 Bedeutung/Möglichkeit Outsourcing .....	72
5.1.1 Konzentration der Unternehmen auf die Kernkompetenzen.....	72
5.1.2 Instandhaltungsnetzwerke .....	74

5.1.3 Anwendbarkeit in KMUs .....	75
5.2 Zustandsabhängige Instandhaltung .....	75
5.2.1 Anwendungshäufigkeit .....	75
5.2.2 Bestandteile und Voraussetzung .....	76
5.3 Prozessorganisation .....	79
5.3.1 Bedeutung Prozessorganisation .....	79
5.3.2 Betriebliche Prozesse .....	82
5.4 Anlagenmanagement mit MS Office .....	83
5.4.1 Begründung .....	83
5.4.2 Wiederkehrende Aufgaben .....	85
5.4.3 Störungs-Wartungsberichte .....	88
5.4.4 Anzeige-, Filter- und Exportmöglichkeit .....	91
5.5 Berichtswesen .....	93
5.5.1 Rohdaten- Tabelle .....	93
5.5.2 Pivot-Auswertung .....	94
6 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung .....	106
6.1 Reorganisation .....	106
6.2 Investitionsrechnung .....	106
6.2.1 Investitionsentscheidung .....	106
6.2.2 Basisdaten .....	110
6.2.3 Statische Berechnung .....	113
6.2.4 Dynamische Berechnung .....	116
7 Zusammenfassung .....	122
7.1 Ergebnisse .....	122
7.2 Maßnahmen .....	122
7.3 Konsequenzen .....	122
Literaturverzeichnis .....	123
Anhang .....	126
A Lageplan .....	126
B Produktpalette .....	127
C Schmierpläne .....	128
D IH-Prozesse .....	131
E Auszug aus ÖNORM M 9700 .....	137
Selbstständigkeitserklärung .....	140

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1:	Entwicklungsstadien der Instandhaltung.....	1
Abb. 3.1:	Wissenschaftliche Gliederung der Betriebswirtschaftslehre. ....	6
Abb. 3.2:	Gliederung der Betriebswirtschaftslehre. ....	8
Abb. 3.3:	Instandhaltungsarten und Grundmaßnahmen. ....	11
Abb. 3.4:	Abnahme des Abnutzungsvorrates über die Zeit. Beispiel: Lager. ....	15
Abb. 3.5:	Abnahme des Abnutzungsvorrates über die Zeit. Beispiel: elektronischer Bauteil. ....	16
Abb. 3.6:	Theoretisches Modell zur Ermittlung der optimalen Instandhaltungsintensität. ....	17
Abb. 3.7:	Typische Lebenszyklusphasen einer technischen Anlage. ....	22
Abb. 3.8:	Verteilung der Kosten im Lebenszyklus im Vergleich mit den Kostenverursachern. ....	23
Abb. 3.9:	Beeinflussung der Lebenszykluskosten durch die Instandhaltung. ....	23
Abb. 3.10:	Verlauf der Ausfallrate (idealisiert). ....	25
Abb. 3.11:	Veränderungen in den Lebenszyklen technischer Anlagen. ....	26
Abb. 3.12:	Aufgabenverteilung im Bereich des Asset-Managements. ....	30
Abb. 3.13:	Pyramide des Asset-Management-Prozess. ....	31
Abb. 3.14:	Aufbauorganisation eines Fertigungsunternehmens. ....	33
Abb. 3.15:	Prozesse eines Fertigungsunternehmens. ....	34
Abb. 3.16:	Wertschöpfung. ....	38
Abb. 3.17:	Merkmale der Teilsysteme des Rechnungswesens. ....	39
Abb. 3.18:	Abgrenzung von Einzahlung und Einnahmen sowie Auszahlung und Ausgaben. ....	40
Abb. 3.19:	Abgrenzung von Einnahmen und Erträgen sowie Ausgaben und Aufwendungen. ....	41
Abb. 3.20:	Abgrenzung der Grundbegriffe des Rechnungswesens. ....	42
Abb. 3.21:	Abgrenzung von Aufwendungen und Kosten sowie Erträgen und Erlösen. ....	44
Abb. 3.22:	Der Controlling-Prozess. ....	46
Abb. 3.23:	Nähere Gliederung der Einzelinvestition. ....	47
Abb. 3.24:	Kosten und Nutzen bestimmen den Wertbeitrag der IT. ....	53
Abb. 4.1:	Lageplan. ....	56
Abb. 4.2:	Übersichtsfoto. ....	57
Abb. 4.3:	Flussbild für Linie I und II. ....	58
Abb. 4.4:	Beschickung des Brechers II. ....	59
Abb. 4.5:	Flussbild für Linie III. ....	62
Abb. 4.6:	Aufbauorganisation des Steinbruchs Harrer. ....	65
Abb. 5.1:	Über- bzw. Unterauslastung der internen Instandhaltung. ....	73
Abb. 5.2:	Bestandteile zustandsorientierter Instandhaltung nach VDI 2888. ....	77
Abb. 5.3:	Funktionen und Bestandteile einer zustandsorientierten Instandhaltung nach Bandow. ....	78
Abb. 5.4:	Aufbauorganisation eines Fertigungsunternehmens. ....	79
Abb. 5.5:	Navigationsleiste. ....	84
Abb. 5.6:	Aktive Aufgaben. ....	85
Abb. 5.7:	Serientyp. ....	85
Abb. 5.8:	Übersicht: Wiederkehrende Behördenaufträge. ....	86
Abb. 5.9:	Detailansicht: Wiederkehrende Behördenaufträge ( Beispiel: ESV). ....	86
Abb. 5.10:	Übersicht: Wiederkehrende W/I-Aufgaben. ....	87
Abb. 5.11:	Detailansicht: Wiederkehrende W/I-Aufgaben (Beispiel: Tageswartung/-inspektion). ....	87

---

Abb. 5.12: Zentralschmierung Brecher II. ....	88
Abb. 5.13: Aktionsmenü. ....	88
Abb. 5.14: Formular Störungsbericht. ....	89
Abb. 5.15: Formular Wartungsbericht. ....	90
Abb. 5.16: Aufgaben in Zeitskala. ....	91
Abb. 5.17: Datensätze aus Wartungs-/Inspektions-Planung. ....	92
Abb. 5.18: Datensätze aus Bericht. ....	92
Abb. 5.19: Filter. ....	92
Abb. 5.20: Report: Dienstleistungskosten. ....	95
Abb. 5.21: Report: Instandhaltungsursache Störung steigend über Zeit. ....	96
Abb. 5.22: Report: Instandhaltungsursache Störung fallend über Zeit. ....	97
Abb. 5.23: Report: Instandhaltungsursache Vergleich zweier Standorte über Zeit. ....	98
Abb. 5.24: Report: Kosten eines Zeitraumes auf Standort. ....	99
Abb. 5.25: Report: Kosten auf Standort 3D-Balken über Zeit. ....	100
Abb. 5.26: Report: Kosten auf Standort 3D-Einzelbalken über Zeit. ....	101
Abb. 5.27: Report: Kosten auf Standort 3D-Oberflächendiagramm über Zeit. ....	102
Abb. 5.28: Report: Kosten auf Standort und Tätigkeitscode. ....	103
Abb. 5.29: Report: Kosten auf Standort im Zeitraum-Paarvergleich. ....	104
Abb. 5.30: Report: Kosten auf Tätigkeitscode. ....	105
Abb. 6.1: Bewertungskriterien. ....	108
Abb. 6.2: Caterpillar 345BL. ....	110
Abb. 6.3: Liebherr R945L. ....	111
Abb. 6.4: Diskontierung: Ersatz in zwei Jahren. ....	120
Abb. 6.5: Diskontierung: Ersatz jetzt. ....	121

## Tabellenverzeichnis

Tab. 3.1:	Kostencontrolling und Technisches-Controlling.....	20
Tab. 4.1:	Technische Beschreibung Brechanlage I und Brechanlage II. ....	60
Tab. 4.2:	Technische Beschreibung Splittanlage I. ....	61
Tab. 4.3:	Technische Beschreibung Splittanlage II. ....	61
Tab. 4.4:	Technische Beschreibung Splittanlage III. ....	63
Tab. 5.1:	Rohdaten-Tabelle für Pivot-Auswertung. ....	93
Tab. 5.2:	Pivot-Tabelle zum Report: „Instandhaltungsursache Störung steigend über Zeit“.....	96
Tab. 5.3:	Pivot-Tabelle zum Report: „Instandhaltungsursache Vergleich zweier Standorte über Zeit“.....	98
Tab. 5.4:	Pivot-Tabelle zum Report: „Kosten eines Zeitraumes auf Standort“.....	100
Tab. 5.5:	Pivot-Tabelle zu den Reports: „Kosten auf Standort über Zeit“.....	102
Tab. 5.6:	Pivot-Tabelle zum Report: „Kosten auf Standort und Tätigkeitscode“.....	103
Tab. 5.7:	Pivot-Tabelle zum Report: „Kosten auf Standort im Zeitraum- Paarvergleich“.....	104
Tab. 5.8:	Pivot-Tabelle zum Report: „Kosten auf Tätigkeitscode“.....	105
Tab. 6.1:	Technische Daten. ....	110
Tab. 6.2:	Basisdaten Investition.....	112
Tab. 6.3:	Aufbereitete Basisdaten.....	113
Tab. 6.4:	Ergebnisse statische Methoden. ....	116
Tab. 6.5:	Basisdaten für dynamische Berechnung: Ersatz sofort. ....	117
Tab. 6.6:	Basisdaten für dynamische Berechnung: Ersatz in zwei Jahren. ....	117
Tab. 6.7:	Ergebnistabelle: Ersatz in zwei Jahren „Barwert der Überschüsse“.....	118
Tab. 6.8:	Ergebnistabelle: Ersatz sofort „Barwert der Überschüsse“.....	118
Tab. 6.9:	Ergebnistabelle: „dynamische Ersatzinvestitionsberechnung“.....	120
Tab. 7.1:	Produktpalette.....	127



---

## Abkürzungsverzeichnis

a. a. O.	am angeführten/angegebenen Ort
Abgl.	Abgeleitet
bspw.	beispielsweise
ca.	circa
CAFM	Computer-aided facility management
CBM	Condition-Based Maintenance
CM	Corrective Maintenance
CMMS	Computerized Maintenance Management System
d. h.	das heißt
DIN	Deutsche Industrienorm
etc.	et cetera
FFT	fast Fourier transform
ggf.	gegebenenfalls
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
IPS	Instandhaltungsplanung- und –steuerungssystem
KMU	kleinere und mittlere Unternehmen
KNN	Künstliches neuronales Netz
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
Pos.	Position
SAP	Service Access Point (Softwareunternehmen)
sog.	sogenannte
SQL	Structured Query Language
Stk.	Stück
TBM	Time-Based Maintenance
u. a.	unter anderem
u. U.	unter Umständen
u.	und
usw.	und so weiter
v. a.	vor allem
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
Vgl.	Vergleich
z. B.	zum Beispiel
z. Z.	zur Zeit



# 1 Einleitung

## *Instandhaltung im Wandel*

Die Entwicklung der Instandhaltung als eigenständiger Unternehmensbereich ist eng mit der Einführung industrieller Produktionsstrukturen mit dem Beginn des 19. Jahrhunderts verbunden, wie in folgender Abbildung zu sehen.<sup>1</sup>

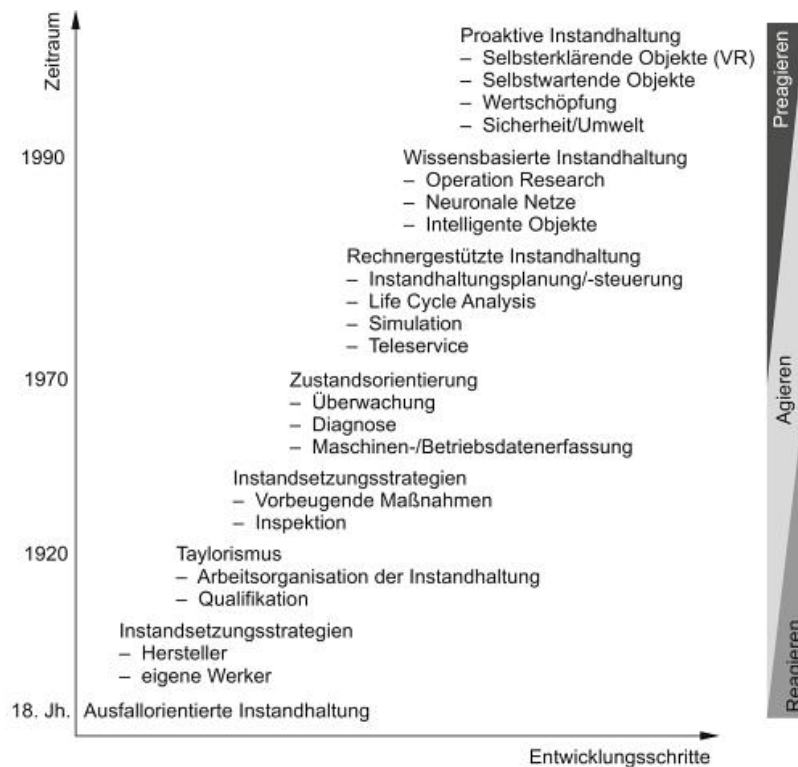


Abb. 1.1: Entwicklungsetappen der Instandhaltung.<sup>2</sup>

Ihre Kennzeichen waren die Konzentration von Maschinen in größeren Manufaktur- oder Fabrikstrukturen und die Bildung arbeitsteiliger Prozesse in unterschiedlichen Gewerken. Die Bediener der Maschinen kamen oftmals aus armen Bevölkerungsschichten, sie standen als billige Arbeitskräfte im großen Umfang zur Verfügung. Bedingt durch die Akkordarbeit, die geringe Qualifikation und die fehlende Ausrüstung waren die Maschinenbediener nicht in der Lage, ihre Maschinen selbst zu reparieren. Dazu wurden speziell qualifizierte Reparaturhandwerker mit einer eigenen Infrastruktur an Werkstätten eingesetzt. Die Strategie der Instandhaltung bestand nahezu ausschließlich darin, nach einem Ausfall der Maschine deren Funktionen schnellstmöglich wieder herzustellen, um damit die Verluste für das Unternehmen durch ungeplante Stillstandszeiten gering zu halten. Vorbeugende Maßnahmen zur Erhaltung der Funktionsfähigkeit fanden, abgesehen von Reinigungsarbeiten und dem Schmieren, nicht

<sup>1</sup> Vgl. Schenk M.: Instandhaltung technischer Systeme, Methoden und Werkzeuge zur Gewährleistung eines sicheren und wirtschaftlichen Anlagenbetriebs, Heidelberg, 2010, S. 1.

<sup>2</sup> Schenk M.: a. a. O., 2010, S. 2.

statt. Eine Unterstützung durch die Maschinenhersteller war ebenso nicht gegeben, oft war der Betreiber einer technischen Anlage sogar gleichzeitig deren Konstrukteur und Errichter.

Mit dem weiteren expansiven Ausbau von Produktionskapazitäten und von arbeitsteiligen Prozessen ergaben sich neue Anforderungen an die Instandhaltung. Zum einen stieg der Kapitalwert an Maschinen pro Fabrik deutlich an und zum anderen steckte in den neuen Produktionsanlagen, wie z. B. Dampfkesseln, Transmissionen und Elektroanlagen, ein großes Gefährdungspotenzial für Mensch und Umwelt. Durch eine Anlagenüberwachung mithilfe visueller Inspektionen und einem präventiven Austausch von Teilen wurde versucht, Ausfälle zu verhindern und die Aufwendungen für Instandsetzungen nach einem Schadensereignis zu reduzieren. Die Einführung der Fließfertigung mit Beginn des 20. Jahrhunderts stellte einen weiteren Meilenstein dar. Die Produktionsabläufe wurden dazu sehr stark zergliedert (Taylorismus).<sup>3</sup> An dieser Stelle sei darauf hingewiesen dass Frederick W. Taylor Wert darauf gelegt hat, dass die von ihm entwickelten Grundsätze als Gesamtheit betrachtet werden müssen.<sup>4</sup>

Eine Vielzahl von unqualifizierten Werkern wurde dadurch in die Lage versetzt, nach einer relativ kurzen Einarbeitungszeit eine große Stückzahl von komplexen Produkten auf einem hohen gleichbleibenden Qualitätsniveau herzustellen. Als Beispiel dient oftmals das berühmte Automobilmodell von Ford, wobei es bereits von Henry Ford entsprechende Produktionskonzepte z. B. bei der Produktion von Kaffee gab. Aus technischer Sicht ist die Fließfertigung durch komplexe und verkettete Anlagen geprägt. Damit gewann die Sicherung einer hohen Zuverlässigkeit mittels präventiver Instandhaltungsmaßnahmen weiter an Bedeutung. Ausfälle einzelner Elemente wirkten sich stärker als bisher auf die Gesamtanlage aus. Als methodischer Ansatz zur Unterstützung einer Planung von Instandhaltungsmaßnahmen wurden systematische Untersuchungen zur Lebensdauer technischer Systeme mittels Statistiken der Ausfallabstände und –dauern angewendet. Eine darauf aufbauende vorbeugende Instandhaltungsstrategie ist durch einen beträchtlichen Aufwand an Personal, Ersatzteilen und Betriebsmitteln sowie an Kosten und Organisation gekennzeichnet. Die Senkung von Anlagenausfällen wird mit einer unzureichenden Ausnutzung der Nutzungsreserven von Bauteilen erreicht, da eine Vielzahl von Bauteilen zu früh ausgetauscht wird.

Der steigende Kostendruck in den Unternehmen führte mit Beginn der 70er Jahre zu einer tiefgreifenden Umstrukturierung aller nicht als direkt produktiv eingestuften Bereiche. Dazu zählte man auch die Instandhaltungsbereiche. Diese wurden als reiner Kostenträger und als nicht wertschöpfend betrachtet. Das Ziel der Umstrukturierung bestand in der Erhöhung von Effektivität und Effizienz beim Betrieb technischer Anlagen bei einer gleichzeitigen Reduzierung der Kosten. Zur gleichen Zeit stiegen die Anforderungen hinsichtlich der Sicherung einer hohen Zuverlässigkeit von Produktionssystemen durch die zunehmende Automatisierung weiter. Die erhöhten Zuverlässigkeitsansprüche zogen wiederum Forderungen nach weiteren Produktivitätssteigerungen nach sich. Als ein weiterer Aspekt ist zu berücksichtigen, dass die technologische Alterung der eingesetzten Anlagentechnik immer schneller voranschreitet. Damit tritt die Minimierung der Kosten über den gesamten Lebenszyklus immer mehr in den Vor-

<sup>3</sup> Vgl. Schenk M.: a. a. O., 2010, S. 1 ff..

<sup>4</sup> Vgl. Hebeisen W.: F. W. Taylor und der Taylorismus, Über das Wirken und die Lehre Taylors und die Kritik am Taylorismus, Zürich, 1999, S. 12.

dergrund. Moderne Techniken zur Erfassung von Messdaten aus den Anlagen, deren Übertragung zu externen Servicedienstleistern und deren Weiterverarbeitung, machten mit Beginn der 70er Jahre die Umsetzung von Konzepten für eine zustandsabhängige Instandhaltung möglich, ein Prozess, der immer noch anhält. Weitere Kennzeichen dieser Entwicklungsetappen von Instandhaltungsbereichen sind zunehmende Spezialisierungen sowie zyklische Aktivitäten des Out- und Insourcings von Instandhaltungsleistungen.

Gegenwärtig ist ein Wandel der Instandhaltung von einem alleinigen Kostenverursacher zu einem unternehmensübergreifenden Geschäftsprozess zu verzeichnen, der aktiv an der Wertschöpfung eines Unternehmens beteiligt ist.

Der Beitrag der Instandhaltung zur Wertschöpfung lässt sich - wie folgt - beschreiben:

- Senkung der Ausgaben durch Optimierung von Instandhaltungsstrategien, Erhaltung des Anlagenwertes, Ersatzinvestitionen mit verringertem Instandhaltungsaufwand, Verhinderung von Störungen und Ausfällen mit Auswirkungen auf die Anlagen-, Umwelt-, und Prozesssicherheit.
- Erhöhung der Einnahmen durch die Sicherstellung aller von einer technischen Anlage geforderten Funktionen hinsichtlich der Zeitdauer, Qualität, Erhöhung des zeitlichen und funktionellen Nutzungsgrades sowie Reduzierung von Abschreibungen durch eine Ersatzinvestition, um damit frei werdende Mittel für wertsteigernde Investitionen freizubekommen.

Begleitet wird dieser Prozess durch die Integration von Informations- und Kommunikationstechnologien in die Produktion und verbesserte Unterstützungswerkzeuge für die Instandhaltung selbst. Leistungsfähige Betriebsdatenerfassungs-, bzw. Zustandsdatenüberwachungssysteme liefern permanente Informationen über Betriebsparameter, den aktuellen Zustand der Anlage und die Betriebsbedingungen. Die Planbarkeit von Instandhaltungsmaßnahmen wird durch die Anwendung neuer Verfahren auf die Problemstellung der Instandhaltung verbessert. Damit lassen sich das Betriebs- und das Ausfallverhalten technischer Anlagen besser als bisher beschreiben. Darüber hinaus stehen Methoden und Werkzeuge des Informations- und Wissensmanagements zur Verfügung, um Wissen und Erfahrungen aus den Phasen des Anlagenlebenszyklus so aufzubereiten, dass sie für Entscheidungssituationen des Anlagenmanagements on demand bereitgestellt werden können.<sup>5</sup>

Das Wissensmanagement hat sich aus Denkansätzen des Informationsmanagement und der lernenden Organisation entwickelt, beinhaltet jedoch vermehrt auch Aspekte der Psychologie und Soziologie und wird daher auch als interdisziplinäres Forschungsgebiet angesehen. Eine einheitliche Definition für Wissensmanagement gibt es jedoch nicht.<sup>6</sup>

---

<sup>5</sup> Vgl. Schenk M.: a. a. O., 2010, S. 2 ff..

<sup>6</sup> Vgl. Kusterer St.: Qualitätssicherung im Wissensmanagement, Eine Fallstudienanalyse, Wiesbaden, 2008, S. 31.

## **2 Anforderung**

### **2.1 Aufgabenstellung**

Gegenstand dieser Arbeit ist es, die Methoden des industriellen Anlagen-Managements für den Einsatz in KMUs zu untersuchen, um geeignete Methoden abzuleiten.

Eine einheitliche und allgemeingültige Definition der kleinen und mittleren Unternehmen gibt es nicht. Abhängig von Land und Branche gelten unterschiedliche Kriterien zur Abgrenzung von KMUs und Großunternehmen.<sup>7</sup> In dieser Arbeit verstehen sich unter KMUs jene Unternehmen, die nicht groß genug für einen Instandhaltungsleiter bzw. ein Instandhaltungscontrolling sind.

Hauptaugenmerk soll auf die Instandhaltungsorganisation gelegt werden. Dabei soll bei gegebenen Ressourcen ein maximaler Output erreicht werden. Unter gegebene Ressourcen versteht sich, der Personalbestand bleibt gleich, finanziell sollte so wenig wie möglich investiert werden, um ein funktionierendes Managementsystem zu generieren, welches so einfach wie möglich zu pflegen sein muss.

### **2.2 Zielsetzungen**

- Es muss eine Möglichkeit gefunden werden, um das Einhalten von Behördenauflagen sicherzustellen.
- Es müssen alle Herstellervorgaben eingehalten werden.
- Es soll nur Standardsoftware zum Einsatz kommen.
- Es sollten Wartungs- und Inspektionspläne angefertigt werden.
- Weiters sollte die Basis für ein Wissensmanagement geschaffen werden welche bei Instandhaltungsentscheidungen unterstützend wirken soll.
- Es soll eine Möglichkeit der Schwachstellenanalyse geschaffen werden.
- Methoden der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung bei Ersatzinvestition.  
(Um den Ersatz einer aufgefundenen Schwachstelle bewerten zu können.)

### **2.3 Methodische Vorgehensweise**

Erste Gespräche mit dem Unternehmen und dem Betreuer wurden bereits im September 2010 aufgenommen. Zu Beginn wurden die Aufgabenstellung formuliert, die Zielsetzungen festgelegt und der dazugehörige Umfang abgesteckt.

---

<sup>7</sup> Vgl. Frey R.: Internationalisierung von KMU als kulturelle Herausforderung an Strategie und Management, 1. Auflage, Norderstedt, 2009, S. 6.

Darauf folgten Messebesuche und Literaturrecherchen. Im nächsten Schritt wurde ein Rohkonzept erstellt und offene Fragen gesammelt und nach Zuständigkeit sortiert. Anschließend wurden Termine mit den betreffenden Personen vereinbart. In selbigen Durchgang wurden alle benötigten Informationen und Daten des Unternehmens erhoben und Interviews durchgeführt. Es wurden Geschäftsführer, Administration, Betriebsleiter und der IT-Verantwortliche befragt.

Bei den Befragungen stellte sich heraus, dass der Anlagenhersteller maßgeblich in die Instandhaltung involviert ist und sozusagen als Dienstleister fungiert. Deshalb wurden auch mit dem Anlagenhersteller zusammengearbeitet und somit eine Grundlage für die Arbeit geschaffen.

Im Folgenden reichten einzelne Telefonate um den größten Teil der praktischen Arbeit umzusetzen.

Anschließend kam es zu erneuten Terminen, um Vorpräsentationen zu den unterschiedlichen Bereichen der praktischen Arbeit abzuhalten, bei denen die Arbeit auf Praxistauglichkeit beurteilt wurde. Im Zuge dessen wurden Verbesserungsvorschläge aufgenommen und mögliche Lösungsansätze diskutiert.

Der nächste Block bestand darin, die Vorschläge in die Praxis zu bringen.

Als letzter offizieller Besuch wurde die Schlusspräsentation abgehalten, in der die weitere Vorgehensweise besprochen wurde.

Zuletzt wurde die Arbeit verfasst.

### 3 Theorie

#### 3.1 Einteilung der Wissenschaften

In folgender Abbildung ist die Einteilung der Wissenschaften zu sehen. Am Beispiel der Betriebswirtschaftslehre soll der gesamte Pfad durch alle Hierarchiestufen beschrieben werden, da die Betriebswirtschaftslehre das Hauptgebiet darstellt. Des Weiteren wurden in der Abbildung die Bereiche hervorgehoben, welche bei dieser Arbeit von erhöhter Bedeutung sind. Dabei ist deutlich zu sehen, wie interdisziplinär die Aufgabenstellungen eines Wirtschaftsingenieurs sind.

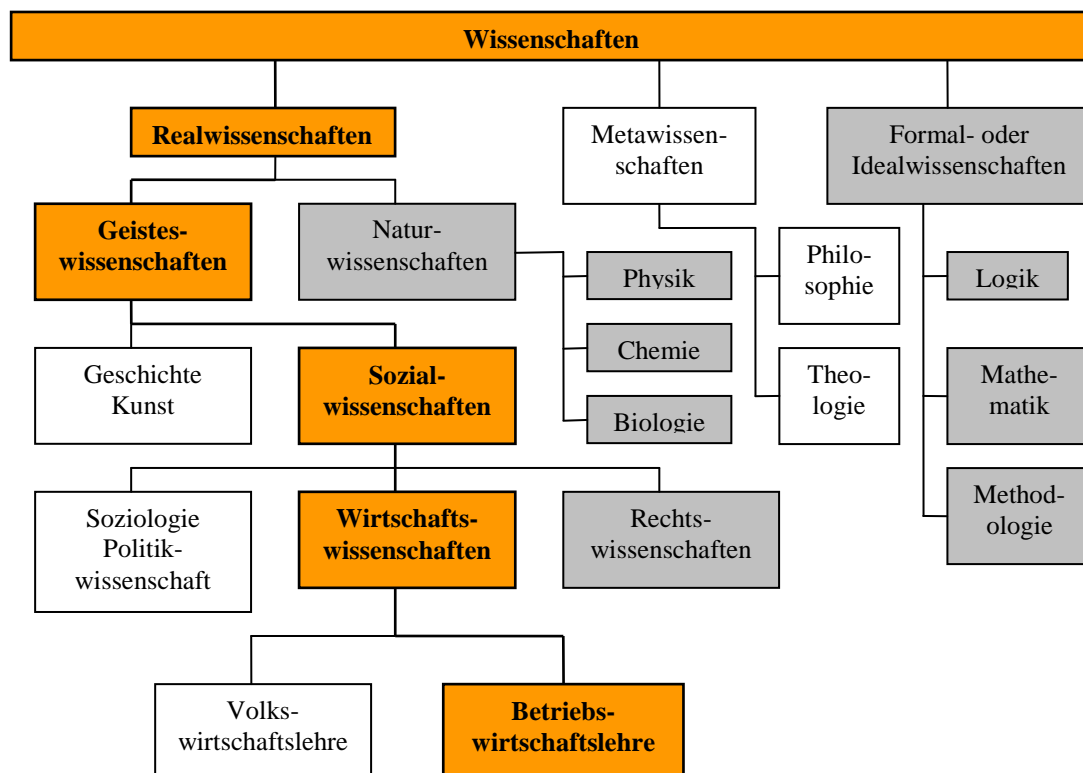


Abb. 3.1: Wissenschaftliche Gliederung der Betriebswirtschaftslehre.<sup>8</sup>

**Wissenschaften** sind Prozesse und Methoden der Entwicklung von Theorien, der Überprüfung der Theorien an der Realität, ihrer Verwerfung, Annahme bzw. Anpassung.<sup>9</sup> Mit anderen Worten ist Wissenschaft die methodische Erforschung und Erklärung aller menschlichen Wahrnehmungen.<sup>10</sup> Innerhalb der Gesamtdarstellung der Wis-

<sup>8</sup> Eigene Darstellung in Anlehnung an Bartzsch Wolf H.: Betriebswirtschaft für Ingenieure, 7. Auflage, Berlin, 2001, S. 31. und Olfert K./ Rahn J.: Einführung in die Betriebswirtschaftslehre, 9. Auflage, Ludwigshafen, 2008, S. 23.

<sup>9</sup> Vgl. Heine, E.: Einführung in die Betriebswirtschaftslehre, 9. Auflage, Wiesbaden, 1992, S. 43.

<sup>10</sup> Vgl. Bartzsch Wolf H.: a. a. O., S. 31.



senschaften unterscheidet man zwischen Realwissenschaften und Formal- bzw. Idealwissenschaften, wie in der oben angeführten Abbildung ersichtlich ist.

**Realwissenschaften** befassen sich mit der Wirklichkeit der Natur und informieren über gegebene und vom menschlichen Denken unabhängige Realitäten (empirische Wissenschaften). Sie gliedern sich in die Naturwissenschaften und in Geisteswissenschaften.

**Geisteswissenschaften** untersuchen die einzelnen Bereiche geistigen und kulturellen Lebens im Rahmen der Religions-, Sprach-, Rechts-, Wirtschafts-, Kunst-, und Literaturwissenschaft. Sie befassen sich mit psychischen und psychophysischen, also vom Menschen geschaffenen Problemen.

**Sozialwissenschaft** beschäftigt sich mit den Phänomenen des gesellschaftlichen Zusammenlebens von Menschen. Es werden die Struktur und Funktion sozialer Verflechtungszusammenhänge von Institutionen und Systemen und deren Wechselwirkung mit den Handlungs- und Verhaltensprozessen der einzelnen Individuen analysiert.

**Wirtschaftswissenschaften** sind Teil der Geisteswissenschaften. Sie werden traditionell in Volkswirtschaftslehre und Betriebswirtschaftslehre unterteilt. Das Untersuchungsobjekt beider Disziplinen ist das wirtschaftliche Handeln des Menschen und damit die Erforschung der Wirtschaft. Nachbarwissenschaften, die von den Wirtschaftswissenschaften zu beachten sind, sind Soziologie, Sozialpsychologie, Rechtswissenschaft und Politikwissenschaft.

**Betriebswirtschaftslehre** befasst sich mit den Einzelwirtschaften, primär mit privatwirtschaftlichen Unternehmen und Betrieben. Sie ist oft an nationale Usancen und rechtliche Vorschriften gebunden. Die stark fortschreitende Internationalisierung der Unternehmen führt zu neuen Anforderungen und verlangt entsprechend abgestimmte Lösungen. Trotz unterschiedlicher Erkenntnisobjekte sind Volks- und Betriebswirtschaftslehre durch ihr gemeinsames Erfahrungsobjekt Wirtschaft eng miteinander verbunden. Die Variablen des einen Bereichs sind oft die Fixgrößen des anderen Bereichs.<sup>11</sup> Die moderne Betriebswirtschaftslehre ist als interdisziplinäre Wissenschaft zu verstehen. Sie bezieht in ihre Betrachtung nicht nur Erkenntnisse der Unternehmensforschung ein, sondern berücksichtigt auch Ergebnisse anderer Wissenschaftsbereiche, insbesondere der Rechtswissenschaften, Soziologie und Psychologie.<sup>12</sup>

---

<sup>11</sup> Vgl. Bartzsch Wolf H.: a. a. O., S. 32.

<sup>12</sup> Vgl. Olfert K./ Rahn J.: Einführung in die Betriebswirtschaftslehre, 9. Auflage, Ludwigshafen, 2008, S. 22.

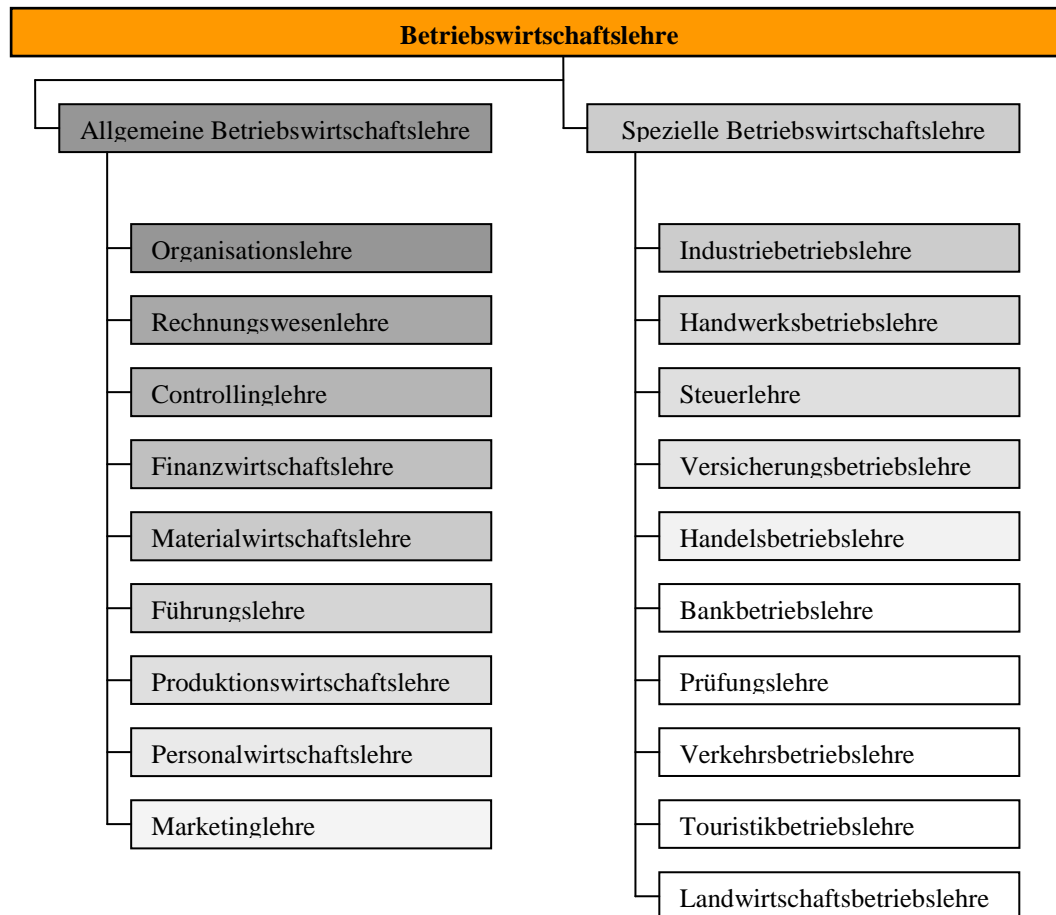


Abb. 3.2: Gliederung der Betriebswirtschaftslehre.<sup>13</sup>

Die oben angeführte Abbildung zeigt farblich und hierarchisch wie tief die Betriebswirtschaftslehre, als Hauptwissenschaftsgebiet dieser Arbeit, relevant für das Anlagenmanagement ist.

Im Kapitel Grundlagen Wirtschaft ► Betriebswirtschaftslehre ist die Betriebswirtschaft näher beschrieben.

## 3.2 Instandhaltung

### 3.2.1 Stellung der Instandhaltung

Seit Jahren gewinnt die Instandhaltung an Bedeutung und erfährt damit auch mehr und mehr Beachtung in der Unternehmensführung und Betriebswirtschaft. Die Ursachen dafür lassen sich im Wesentlichen in fünf Blöcke zusammenfassen.

- Verschärfte Rohstoff- und Umweltbedingungen

<sup>13</sup> Eigene Darstellung in Anlehnung an Olfert K./ Rahn J.: a. a. O., S 23.

- Steigende Komplexität, Automatisierung und technologische Veränderungen der Betriebsmittel
- erhöhte Anforderungen an die Zuverlässigkeit sowie die Instandhaltungsarbeiten und damit vermehrter Einsatz von hochqualifizierten Mitarbeitern
- zunehmende Ressourcenknappheit und vermehrte Umweltschutz- und Arbeitssicherheitsvorschriften und
- überproportionales Ansteigen der Instandhaltungskosten.<sup>14</sup>

Aus den Entwicklungen lässt sich ableiten, dass die Instandhaltung heute mehr denn je im Spannungsfeld der Interessen liegt, zumal etliche Produktivitätsreserven ausgeschöpft, die Personalkosten sehr hoch sind und der Zwang zu sparsamer Energie- und Rohstoffverwendung in allen Bereichen gegeben ist. Mit der Leistungssteigerung und Automatisierung von Anlagen und maschinellen Einrichtungen erhöht sich der Kapitaleinsatz erheblich, was wiederum zu Folge hat, dass infolge der meist hohen Anlagenausfallkosten diese Betriebsmittel möglichst ohne Stillstand oder Leistungsminderung zu betreiben sind. Zusätzlich steigt mit dem Automations- und Komplexitätsgrad der Anlagen der Instandhaltungsbedarf überproportional an. Verglichen mit anderen Betriebsbereichen ergeben sich daraus eine beträchtliche Vergrößerung der Aufgabenbereiche und ein hoher indirekter Beitrag zur Wertschöpfung durch die Instandhaltung. Erfahrungen z. B. aus der Elektronikbranche zeigen deutlich ein stärkeres Anwachsen des Bestandes an Instandhaltungspersonal im Vergleich zum Produktionspersonal.<sup>15</sup>

### 3.2.2 Instandhaltungsarten und -strategien

Die Begriffe der Instandhaltung sind in der ÖNORM EN 13306:2001 beschrieben und festgelegt. In der Norm werden 12 unterschiedliche Instandhaltungsarten und –strategien beschrieben. Anschließend werden vier relevante Begriffe beschrieben.

- **Präventive Instandhaltung:** Instandhaltung, ausgeführt in festgelegten Abständen oder nach vorgeschriebenen Kriterien zur Verminderung der Ausfallwahrscheinlichkeit oder der Wahrscheinlichkeit einer eingeschränkten Funktionserfüllung einer Einheit.
- **Geplante Instandhaltung:** Präventive Instandhaltung, durchgeführt nach einem festgelegten Zeitplan oder einer festgelegten Zahl von Nutzungseinheiten. Anmerkung: Nutzungseinheiten sind z. B. Produktionszahlen, gefahrene Kilometer usw.
- **Zustandsorientierte Instandhaltung:** Präventive Instandhaltung, die aus der Überwachung der Arbeitsweise und/oder der sie darstellenden Messgrößen sowie den nachfolgenden Maßnahmen besteht. Anmerkung: Die Funktions- und Messgrößenüberwachung kann nach Plan, auf Anforderung oder kontinuierlich erfolgen.

<sup>14</sup> Vgl. Biedermann H.: Ersatzteilmanagement, Effiziente Ersatzteillogistik für Industrieunternehmen, 2., erweiterte und aktualisierte Auflage, Berlin Heidelberg, 2008, S. 9 f..

<sup>15</sup> Vgl. Biedermann H.: a. a. O., S. 9 f..

- **Korrektive Instandhaltung:** Instandhaltung, ausgeführt nach der Fehlererkennung, um eine Einheit in einen Zustand zu bringen, in dem sie eine geforderte Funktion erfüllen kann.<sup>16</sup>

### 3.2.3 Grundmaßnahmen der Instandhaltung

Die Grundmaßnahmen der Instandhaltung werden entsprechend der DIN 31051:2003 in vier Bereiche eingeteilt:

- **Wartung:** Maßnahmen zur Verzögerung des Abbaus des vorhandenen Abnutzungsvorrats.
- **Inspektion:** Maßnahmen zur Feststellung und Beurteilung des Istzustandes einer Betrachtungseinheit einschließlich der Bestimmung der Ursachen der Abnutzung und dem Ableiten der notwendigen Konsequenzen für eine künftige Nutzung.
- **Instandsetzung:** Maßnahmen zur Rückführung einer Betrachtungseinheit in den funktionsfähigen Zustand, mit Ausnahme von Verbesserungen.
- **Verbesserung:** Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen sowie Maßnahmen des Managements zur Steigerung der Funktionssicherheit einer Betrachtungseinheit, ohne die von ihr geforderten Funktion zu ändern.<sup>17</sup>

Anschließend werden die relevanten Instandhaltungsarten und Grundmaßnahmen in einer Übersicht abgebildet und in Zusammenhang gebracht.

---

<sup>16</sup> ÖNORM EN 13306:2001; Begriffe der Instandhaltung, S. 21 f..

<sup>17</sup> NORM DIN 31051:2003; Grundlagen der Instandhaltung, S. 2 ff..

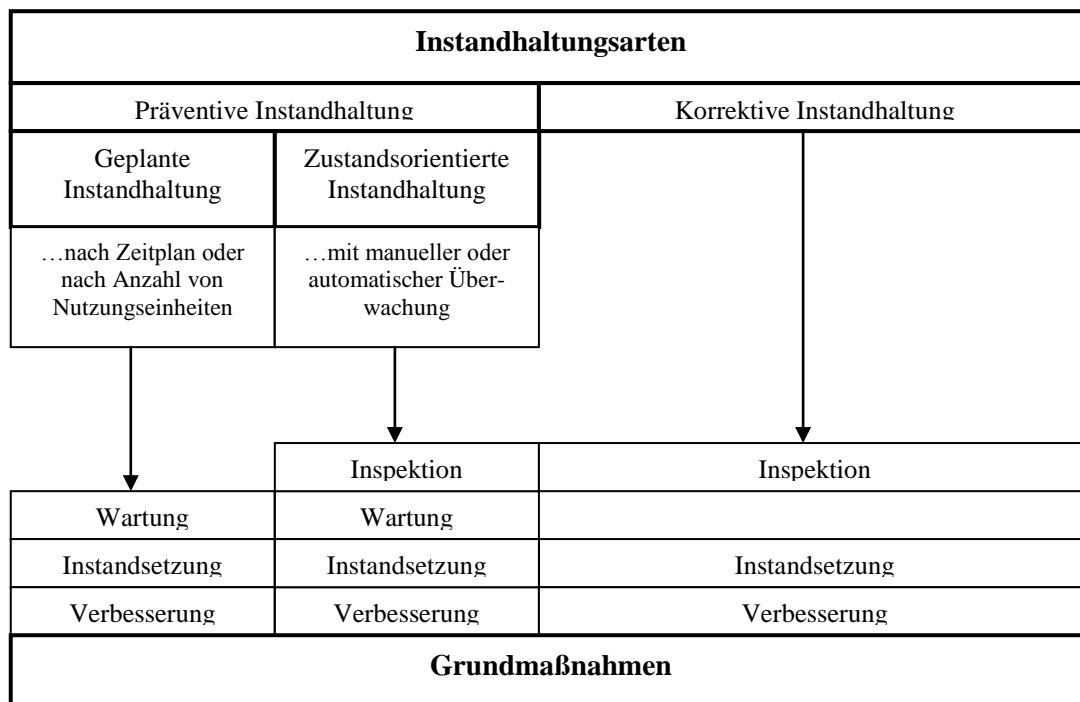


Abb. 3.3: Instandhaltungsarten und Grundmaßnahmen.<sup>18</sup>

### *Zeitorientierte Instandhaltung (TBM, Time-Based Maintenance)*

Inspektion und Wartung erfolgen hierbei nach festen Zeitintervallen und der Austausch eines Betriebsmittels wird nach einer vorgesehenen Zeit, d. h., nach Ablauf einer erwarteten Lebensdauer durchgeführt, wobei der zeitliche Zyklus aus den Erfahrungen der Anwender und Hersteller abgeleitet werden, die in der Regel durch bekannte Alterungsprozesse und eine Schadensstatistik begründet sind. Der Umfang der Instandhaltungsmaßnahme ist dabei im Voraus definiert und die grundsätzliche Basis dieser Strategie ist die Vermeidung von Störungen. Diese Strategie wird hauptsächlich an werthaltigen Betriebsmitteln mit guten Ergebnissen bzw. Verfügbarkeit angewendet, wenn ein Verschleiß an den verschiedenen Komponenten aufgrund der Betriebserfahrungen angenommen wird. Grundsätzlich führt jedoch diese Art der Instandhaltung zu größeren finanziellen Aufwendungen, da in der Regel die Betriebsmittel nicht bis zum Ende ihrer Lebensdauer eingesetzt werden. Diese Kosten stehen jedoch den vermiedenen Aufwendungen für die Erfassung und Bewertung des Zustands bei der zustandsabhängigen Instandhaltungsstrategie gegenüber.

Diese Anwendung der zeitorientierten Instandhaltung setzt jedoch eine Korrelation zwischen dem Alter oder der Beanspruchung eines Betriebsmittels (z. B. Schalthäufig-

<sup>18</sup> Eigene Darstellung in Anlehnung an  
ÖNORM EN 13306:2001: Begriffe der Instandhaltung, und  
NORM DIN 31051:2003: Grundlagen der Instandhaltung

keit einer Komponente) und der Fehlerrate voraus, so dass aufgrund einer statistischen Grundlage einzelne Komponenten vor einer Störung ausgetauscht werden können. Diese Instandhaltungsstrategie sollte dort eingesetzt werden, wo der Zustand nicht wirtschaftlich durch ein Monitoring bewertet werden kann.<sup>19</sup>

### *Zustandsorientierte Instandhaltung (CBM, Condition-Based Maintenance)*

In vielen Fällen gibt es keinen enger Zusammenhang zwischen Fehlerrate und dem Alter des Betriebsmittels, somit ist die zeitorientierte Instandhaltung nicht zielführend. In diesen Fällen ist die Anwendung einer zustandsorientierten Instandhaltung zielführender, hierbei erfolgt die Wartung und der Austausch des Betriebsmittels in Abhängigkeit des technischen Zustandes. Bedingung hierbei ist, dass durch Monitoring oder Diagnoseverfahren der Zustand eines Gerätes feststellbar ist und mit einem früheren Zustand verglichen werden kann, was zusätzlich Anforderungen für die Investition von Diagnose-systemen und die Ausbildung des Personals verursacht. Bei der Bewertung der Life-Cycle Kosten in Bezug auf die Anwendung der zustandsorientierten Instandhaltung ist zu beachten, dass die Aufwendungen für ein Monitoring-System zum Zeitpunkt der Investition des Betriebsmittels anfallen, während die vermiedenen Störungskosten zu einem späteren Zeitpunkt auftreten, so dass der wirtschaftliche Vorteil zum einen von Kapitaldienst abhängig ist und zum anderen nicht bei allen Betriebsmitteln Störungen als Trend identifiziert werden können. Der Nachteil dieser Instandhaltungsstrategie ist, dass alle Betriebsmittel grundsätzlich identisch zu behandeln sind, unabhängig von ihrem Einsatzort bzw. von der Bedeutung für das Systemverhalten.

Diese Strategie ist besonders bei den Betriebsmitteln sinnvoll, die mit geeigneten Geräten zur Zustandsüberwachung automatisch ausgerüstet sind oder wenn die Zustandserkennung im Rahmen einer Inspektion möglich ist. Grundsätzlich ist eine zustandsorientierte Instandhaltung für die Betriebsmittel sinnvoll, bei denen ein Alterungsprozess bzw. Verschleißerscheinungen deutlich erkennbar sind, so dass das Ausfallrisiko vermindert werden sollte.

### *Ereignisorientierte Instandhaltung (CM, Corrective Maintenance)*

Der Ersatz oder eine Instandsetzung erfolgt ausschließlich nach einem Fehler, der zu einem Ausfall des Gerätes mit einer Versorgungsunterbrechung führt. Wenn einerseits die Investitionskosten eines Betriebsmittels gering und auch die Folgekosten einer Störung zu vernachlässigen sind und andererseits der Aufwand für eine Zustandsermittlung hoch ist, führt diese Strategie zu den geringsten Instandhaltungskosten, da nur nach einem Fehlerereignis Kosten anfallen. Ein Grund für diese Strategie kann die Anzahl der eingesetzten Komponenten sein. Wenn die Komponentenanzahl sehr hoch ist, so dass auch durch den Skaleneffekt bei den wirtschaftlichen Auswirkungen keine andere Strategie angebracht ist. Bei dieser Instandhaltungsstrategie wird der Ist-Stand eines Betriebsmittels nicht systematisch durch eine Inspektion erfasst, da dies aufgrund des begrenzten Erkenntnisgewinns wirtschaftlich nicht zielführend ist und teilweise auch durch die Unzugänglichkeit des Betriebsmittels verhindert wird. Der Gebrauch des Betriebsmittels erfolgt bis zur maximalen Nutzungsdauer, ohne Gewährleis-

<sup>19</sup> Vgl. Balzer G., Schorn Ch.: Asset Management für Infrastrukturanlagen – Energie und Wasser, Heidelberg, 2011, S. 20 ff..

tung für die Verfügbarkeit der Anlage. Grundsätzlich ist diese Instandhaltung sinnvoll, wenn die Fehlerrate eines Betriebsmittels auf einem sehr niedrigen Niveau konstant ist und kein Alterungsverhalten auftritt und damit nicht das Risiko von hohen, nicht planbaren Instandhaltungsaufwendungen besteht.<sup>20</sup>

### 3.2.4 Instandhaltungsnormen

Viele kennen Normen wie Konstruktionsnormen, in denen z. B. Maße eines Gewindes festgelegt sind. Es gibt Prüfnormen, aber auch Normen eines Managementsystems wie die des Qualitätsmanagements in der DIN-EN-ISO-9000-Familie. Aber warum Normen für die Instandhaltung? Begonnen hat es mit der DIN 31051, die 1985 veröffentlicht wurde. Es war die erste Instandhaltungsnorm weltweit und sie wurde von der Schweiz und Österreich übernommen. In ihr sind Begriffe der Instandhaltung, Grundlagen zum Abnutzungsprozess und Aktivitäten der Instandhaltung beschrieben. Es wurde der Begriff Instandsetzung statt Reparatur publiziert: Nicht mehr Flickschustern, sondern einen funktionsfähigen Anlagenzustand möglichst erhalten. Der Ausfall einer Funktionseinheit wurde als Folge eines Abnutzungsprozesses und nicht mehr dem Zufall zugeschrieben. Die Instandhaltungsabteilung reparierte nicht mehr nur, sondern wartete, inspizierte und setzte die Produktionsanlagen instand. Die Grundlage zum Abnutzungsprozess ist Basis für das Verstehen des Ausfalls von Funktionseinheiten, dem Entstehen des Prozesses mit seinen beeinflussenden Faktoren und des sich daraus ergebenden Ausfalls. Dieser Erkenntnisprozess ist Basis der Schulung und Ausbildung von Instandhaltern und wichtig für das Verstehen der Instandhaltungstätigkeiten und deren Prämissen. Mit der Erkenntnis, dass ein Funktionsausfall nicht zufällig auftritt, ergab und ergibt sich die Aufgabenstellung der Instandhaltung, diesen Abnutzungsprozess so zu beeinflussen bzw. zu beherrschen, dass die unvermeidliche Abnutzung wenn möglich nicht im unpassendsten Moment zum Ausfall führt. An der Beherrschung des Prozesses mit der Vorhersage des möglichen Ausfallzeitpunktes und der Beherrschung der Einflussfaktoren arbeitet die Instandhaltung auch heute noch. Aus diesem Ansatz entwickelten sich die zustandsbezogene Instandhaltungsstrategie, die Risikobetrachtung von Anlagenfunktionen und die notwendigen Condition-Monitoring-Systeme.

Einheitlich verwendete Begriffe der Instandhaltung sind nicht nur in der Aus- und Weiterbildung für das gegenseitige Verständnis unumgänglich; nur so ist ein reibungsloses unternehmensübergreifendes Miteinander möglich. Die Definitionen der Begriffe erleichtern beispielsweise Vertragsverhandlungen zwischen Unternehmen und Instandhaltungsdienstleistern bei der Bestimmung von Leistungsumfängen und mit deren Verwendung entstehen gerichtsfeste Verträge. Hierdurch werden kleinere und mittlere Unternehmen (KMU) in dem genannten Fall unterstützt, die sich keine juristische Vertragsabteilung leisten können. Angestoßen durch einen Normungsantrag des DIN im Jahre 1994 erkannten einige Personen in den nationalen Normungseinrichtungen europäischer Staaten die Bedeutung der Normen für die Instandhaltung.<sup>21</sup> Es entstand das europäische Komitee CEN/TC 319 „Maintenance“ mit seinen Arbeitsgruppen. In den Arbeitsgruppen wurden und werden weitere unterstützende Normen ausgearbeitet,

---

<sup>20</sup> Vgl. Balzer G., Schorn Ch.: a. a. O., 2011, S. 20 ff..

<sup>21</sup> Vgl. Reichel J., Müller G., Mandelartz J.: Betriebliche Instandhaltung, Heidelberg, 2009, S. 327 f..

die das DIN unter Mitwirkung des Arbeitsausschusses NA 152-06-07 AA „Instandhaltung“ übernahm. Dazu gehören Normen und technische Berichte zum Vergleich von Instandhaltungsorganisationen über Leistungskennzahlen bis hin zu Anleitung für die Erstellung von Instandhaltungsverträgen. Die europaweite Definition von Begriffen erleichtert ebenso wie die genannten Beispiele die Arbeitsweisen und das Verständnis global agierender Unternehmen. Nicht nur Instandhaltungsnormen haben Einfluss auf die Instandhaltung, sondern auch andere Normen wie z. B. die DIN-EN-ISO-9000-Familie. Darin wird die Forderung an die Instandhaltung erhoben, dass die Organisation die Infrastruktur ermitteln, bereitstellen und aufrechterhalten muss, die zur Erreichung der Konformität mit den Produktionsanforderung erforderlich ist. Dies bedeutet im konkreten Beispiel, dass ein Instandhaltungsmanagement vorhanden sein muss. Eine Arbeitsgruppe des CEN/TC 319 erarbeitet z. Z. einen Norm-Entwurf zum Instandhaltungsmanagementsystem, mit dem dann eine Zertifizierung von Instandhaltungsorganisationen möglich wird.<sup>22</sup>

### 3.2.5 Aufgaben der Instandhaltung

Die Aufgaben der Instandhaltung lassen sich bei der Betrachtung des Lebenslaufes eines einzelnen Bauelementes anschaulich erläutern. Das verwendete Beispiel ist aber nur als Gedankenmodell und nicht in den Einzelheiten für alle Instandhaltungsobjekte anwendbar.

- Der Abnutzungsvorrat: Im Sinne der Instandhaltung Vorrat der möglichen Funktionserfüllung unter festgelegten Bedingungen, der einer Betrachtungseinheit aufgrund der Herstellung oder aufgrund der Wiederherstellung durch Instandsetzung innewohnt (DIN 31051:2001)
- Der Nutzungsvorrat: Im Sinne der Instandhaltung Vorrat der bei der Nutzung – bis zum vollständigen Abbau des Abnutzungsvorrats einer Betrachtungseinheit – unter festgelegten Bedingungen erzielbaren Sach- und/oder Dienstleistungen (DIN 31051:2003)

Das Element dieser in folgender Abbildung dargestellten Beispiels sei ein Lager, das in einer Baugruppe eingesetzt ist. Es hat durch seine Herstellung einen bestimmten Abnutzungsvorrat als spezifischen Bestandteil seiner Eigenschaft mitbekommen, der sich als die Menge oder die Dicke des zu verschleißenden Lagermaterials bestimmen lässt. Aufgrund der betrieblichen Gegebenheiten geht dieser Abnutzungsvorrat verloren. Nach Überschreiten der Schadensgrenze erreicht die Kurve schließlich den Abnutzungsvorrat 0, d. h. das Lager hat keinen Abnutzungsvorrat mehr zur Verfügung, es ist ausgefallen. Durch eine Instandsetzungsmaßnahme muss neuer Abnutzungsvorrat hergestellt werden. Es ist die Aufgabe der Inspektionsmaßnahme zu bestimmen, welchem Punkt der Kurve zu einem bestimmten Zeitpunkt vorliegt, bzw. bei vorhandenen Standardkurven herauszufinden, wie weit der effektiv vorgefundene Abnutzungsvorrat

---

<sup>22</sup> Vgl. Reichel J., Müller G., Mandelartz J.: a. a. O., 2009, S. 327 f..



von dem erwarteten abweicht und vor allem zu beurteilen, welche Konsequenzen sich daraus ableiten.<sup>23</sup>

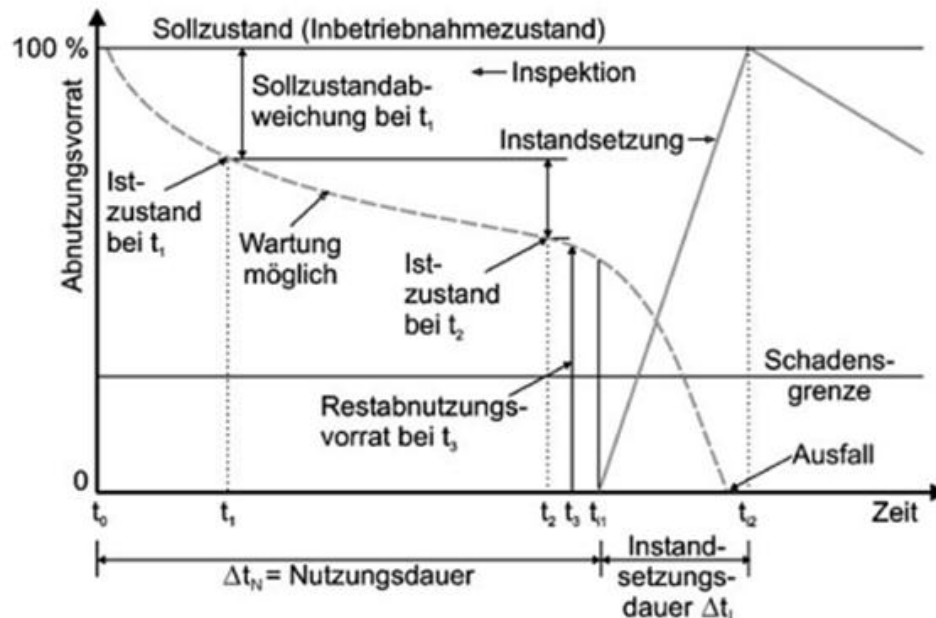


Abb. 3.4: Abnahme des Abnutzungsvorrates über die Zeit. Beispiel: Lager.<sup>24</sup>

In diesem Zusammenhang ist zwischen dem Istzustand einer Anlage, d. h. ihrem tatsächlich bestehenden Zustand und dem Sollzustand, der die bestimmungsgemäße Verwendung der Anlage sicherstellt, zu unterscheiden. Der Unterschied zwischen beiden wird als Sollzustandsabweichung bezeichnet. Wird eine bestimmte Grenze, die sog. Schadensgrenze, des Abnutzungsvorrates unterschritten, die eine im Hinblick auf die Verwendung unzulässige Beeinträchtigung der Funktionsfähigkeit der Betrachtungseinheit bedingt, so spricht man von einem Schaden.<sup>25</sup>

Die Wartungsmaßnahmen haben dafür Sorge getragen, dass der Abbau des Abnutzungsvorrates während der nutzbaren Lebenszeit durch geeignete Aktionen so gering als möglich gehalten wird. Den eingetretenen Abbau auszugleichen, d. h. den Abnutzungsvorrat wieder aufzufüllen, ist die Aufgabe der Instandsetzungsmaßnahme. Dies geschieht in der Regel durch Teilaustausch, wobei das defekte Bauteil(-element) durch ein Ersatzteil ersetzt wird. Ein anderer Kurvenverlauf wird in folgender Darstellung gezeigt, welcher sich oftmals für elektronische Bauteile ergibt. Dabei wird der Abnutzungsvorrat schlagartig abgebaut.<sup>26</sup>

<sup>23</sup> Vgl. Biedermann H.: a. a. O., S. 10 f..

<sup>24</sup> Biedermann H.: a. a. O., S. 11.

<sup>25</sup> Vgl. Rasch A.: Erfolgspotential Instandhaltung, Theoretische Untersuchung und Entwurf eines ganzheitlichen Instandhaltungsmanagements, Berlin, 2000, S. 15.

<sup>26</sup> Vgl. Biedermann H.: a. a. O., S. 12.

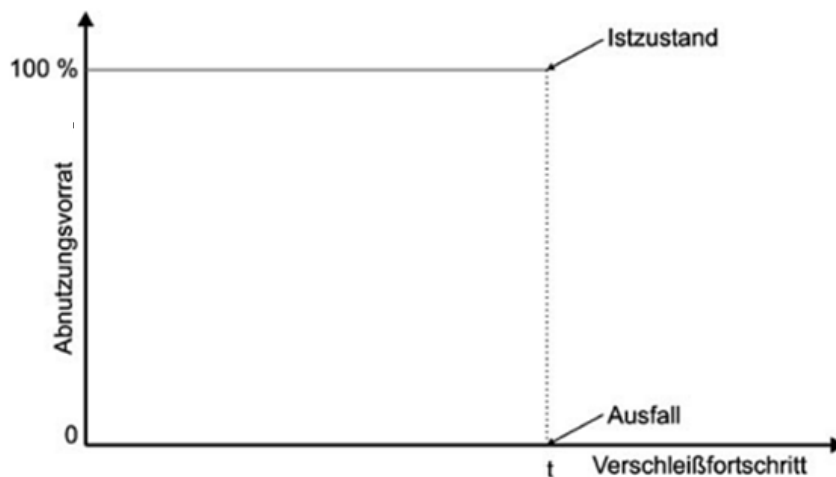


Abb. 3.5: Abnahme des Abnutzungsvorrates über die Zeit. Beispiel: elektronischer Bauteil.<sup>27</sup>

- An der Istzustands-Messung lässt sich zu keinem Zeitpunkt der Kurve erkennen, welcher Verschleißfortschritt erreicht wurde.
- Eine Inspektion, die eine Gegenüberstellung von Istzustand und Sollzustand durchführt, ist nicht möglich.
- Während der Betriebszeit ist die Ausfallwahrscheinlichkeit konstant (bzw. durch eine Exponentialverteilung anzunähern).

In der Praxis treten häufig Mischformen der beiden Verläufe auf. Bezüglich des Abnutzungsverhaltens sind drei Einflussgrößen zu unterscheiden:

- Komponenteneigenschaften: Werkstoffe, technische Eigenschaften, konstruktive Auslegung usw.;
- Technologische Bedingungen des Ersatzes: Art und Dauer der Beanspruchung;
- Rand- und Umweltbedingungen: Temperatur, Staub, klimatische Verhältnisse usw.<sup>28</sup>

### *Instandhaltungsziele*

Die Wahl einer anzuwendenden Instandhaltungsstrategie wird maßgeblich bestimmt durch die Unternehmenspolitik und die sich daraus ergebenden Instandhaltungspolitik. Die Instandhaltung muss im Rahmen der Möglichkeiten, die das Unternehmen bietet, die gegebenen Anlagen und Anlagenteile betreuen, die notwendigen Abnutzungsvorräte erstellen und dabei Schwankungen der Unternehmenssituation als Randbedingung berücksichtigen.

Das bedeutet, dass das Unternehmen die Ziele definieren und die passende Strategie wählen muss. Es ist aber zwischen Zielvorgaben, die der Instandhaltung durch das Unternehmen vorgegeben werden, und den Wegen – den Strategien – dieses Ziel unter wechselnden Umständen erreichen zu wollen, zu unterscheiden.

<sup>27</sup> Biedermann H.: a. a. O., S. 12.

<sup>28</sup> Vgl. Biedermann H.: a. a. O., S. 12.

Aus dem sich der Instandhaltung stellenden Aufgabenspektrum einerseits und der Forderung nach Wirtschaftlichkeit andererseits lässt sich das Unternehmensziel für den Bereich Instandhaltung wie folgt zusammenfassen:

Erreichen und langfristig halten von

- Sicherheit (insbesondere für Personal) und definiert vorgegebener Anlagenverfügbarkeit bei
- minimalen Instandhaltungskosten.

Daraus ableitbar kann als ein Unterziel definiert werden:

- Sicherheit und optimale Verfügbarkeit unter Berücksichtigung der ausfallbedingten und der präventiven Instandhaltungszeiten bei
- Minimierung der direkten und indirekten Instandhaltungskosten.

Unter direkten Instandhaltungskosten versteht man den Verbrauch an Personalstunden, Stoffen, Dienstleistungen sowie maschinellen Einrichtungen zur Wahrnehmung der Instandhaltungsaufgaben. Unter den indirekten Instandhaltungskosten werden ungeplante Kosten wie Ausfallkosten und die zusätzlichen Betriebskosten durch unterlassene Modernisierung zusammengefasst. Die indirekten Instandhaltungskosten wurden bereits – sofern sie vermieden werden können – als Nutzen der Instandhaltung bezeichnet, was aber in keinem Gegensatz zu hier gemachten Aussagen steht. Anders ausgedrückt kann durch eine Steigerung der direkten Instandhaltungskosten eine Senkung der indirekten erreicht werden. Dieser Zusammenhang wird in folgender Abbildung dargestellt.<sup>29</sup>

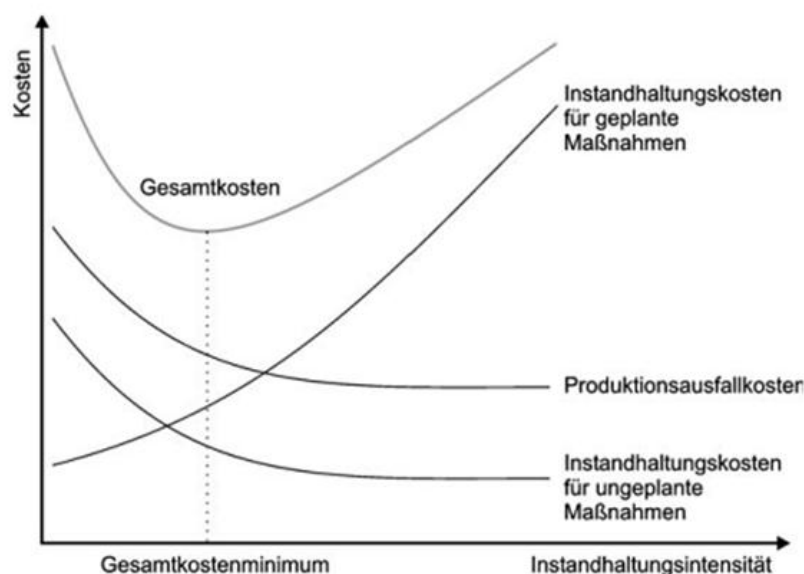


Abb. 3.6: Theoretisches Modell zur Ermittlung der optimalen Instandhaltungsintensität.<sup>30</sup>

<sup>29</sup> Vgl. Biedermann H.: a. a. O., S. 13.

<sup>30</sup> Biedermann H.: a. a. O., S. 14.

Dem geforderten Zielsystem wird mit folgenden Maßnahmen zu entsprechen versucht:

- Der dynamischen Instandhaltungspolitik (Orientierung der Betriebswirtschaft und der Instandhaltungsmaßnahmen am Beschäftigungsgrad der Anlagen).
- Optimierung vom Zeitpunkt des Eingriffes.
- Planung von Inhalt und Ablauf der Einzelmaßnahmen.
- Bereitstellungsplanung von Personal, und Ersatzteilen sowie maschineller Ausrüstung der Instandhaltungsabteilung, der Dienstleistungen einschließlich der dazu notwendigen Finanzmittel.
- Laufende Schwachstellenanalyse zu kontinuierlichen Anlagenverbesserung.
- Einbindung der Instandhaltung in den Anlagenbereitstellungsprozess.

Um die gewünschten Maßnahmen erfolgreich umsetzen zu können, muss man über ein Wissen über die Anlagen und deren Beziehungen zueinander, bzw. über ihr Verhalten und ihre Stellung im Produktionsprozess verfügen, das es der Instandhaltung erlaubt, ein auf den Bedarf der Anlagenerhaltung zu-geschnittenes Planungs- und Steuerungssystem zu entwickeln bzw. zu benutzen. Unter Planungssystem werden hier sämtliche taktisch bzw. strategisch orientierten Maßnahmen verstanden.

Die Zufälligkeit von technisch bedingten Produktionsstörungen, die zum einen gehäuft und zum anderen in verschwindend geringer Zahl auftreten, bringen unvorhersehbare Schwankungen im Auslastungsgrad des Instandhaltungspersonals mit sich und erschweren so eine optimale Gestaltung des Instandhaltungsprozesses. Es ergibt sich daraus aus vielerlei Gründen die Forderung nach einem Management des Instandhaltungsprozesses, ähnlich jenes eines Fertigungsprozesses, d. h. es soll eine inhaltliche und terminliche Vorausplanung der Instandhaltungstätigkeiten angestrebt werden. Es wird realistischer Weise aber nur eine Annäherung an dieses Ziel möglich sein (aufgrund der unvollkommenen Informationsmöglichkeit über den jeweiligen Anlagenzustand).<sup>31</sup>

### 3.2.6 Instandhaltungscontrolling

#### *Definition*

Als Folge des ständigen Wandels der Markt- und Kundenbedürfnisse sowie aus dem Erfordernis einer sachgerechten, wirtschaftlichen Führung und Steuerung des Instandhaltungsmanagements heraus, wird es immer häufiger notwendig, ein Instandhaltungscontrolling aufzubauen und zu betreiben. Controlling ermöglicht eine zielgenaue Steuerung und Lenkung der Instandhaltungsprozesse. Daher wird Instandhaltungscontrolling auch als ein Führungs- und Steuerungssystem für die Instandhaltung definiert. Dieses System soll mitwirken bei der Planung, der Ermittlung von Abweichungen sowie bei der Entwicklung von Verbesserungsmaßnahmen der abgestimmten und somit zielgerichteten Lenkung aller Instandhaltungsaktivitäten.

Die Wesensmerkmale eines solchen Systems sind:

---

<sup>31</sup> Vgl. Biedermann H.: a. a. O., S. 13 f..

- Es soll bei der Planung in der Instandhaltung (z. B. Budgetplanung) unterstützend mitwirken.
- Es soll relevante Abweichungen (Soll-/ Ist- Kostenvergleiche) ermitteln und dazu Bericht erstatten.
- Es soll bei der Initiierung von Verbesserungen helfen (z. B. Kosten für die Beseitigung von Schwachstellen darstellen) und damit der zielgerichteten Lenkung der Instandhaltung dienen.
- Es soll eine permanente Abstimmung der Instandhaltungsmaßnahmen mit anderen Bereichen (z. B. Produktion) ermöglichen.
- Es soll Entscheidungshilfen für Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen darstellen,
- Es soll eine zukunftsorientierte Sichtweise unter der Frage „Wie kann ich mein Ziel erreichen“ beinhalten.

## *Ziele*

Aus den Wesensmerkmalen des Steuersystems lassen sich bereits die wichtigsten Zielstellungen des Instandhaltungscontrollings ableiten:

- Auswahl der wirtschaftlichsten Instandhaltungsorganisation.
- Auswahl der wirtschaftlichsten Instandhaltungsstrategie.
- Sachgerechte Planung aller Ressourcen (Personal, Material, Maschinen, Dienstleistungen).
- Planung des Instandhaltungs-Budgets.
- Wirtschaftliche Leistungserbringung.
- Wirtschaftliche Materialbewirtschaftung.
- Wirtschaftlicher Einsatz von Eigen- und Fremdinstandhaltung.
- Frühzeitige Abweichungsermittlung und Bewertung der Kosten.<sup>32</sup>

Prinzipiell ist ein Budget nichts anderes als ein in Geldeinheiten ausgedrückter Plan. Das Budget ist eine auf Vereinbarungen beruhende und im Hinblick auf das Erfolgsziel abgestimmte und verbindliche Vorgabe von periodisierten Sollgrößen.<sup>33</sup>

Das Instandhaltungscontrolling nimmt in den übergeordneten Führungs- und Steuerungssystemen von Unternehmen eine integrale Position ein. Ausgehend von einer Drei-Ebenen-Philosophie, die unterteilt ist in Führungsebene (z. B. Werksleitung), Steuerungsebene (z. B. Instandhaltungsleitung) und Ausführungsebene (mechanische und elektrische Werkstätten), kann das Instandhaltungscontrolling hauptsächlich auf der Steuerungsebene angesiedelt werden, jedoch unter der Zusammenarbeit mit den beiden anderen Ebenen.

Das Instandhaltungscontrolling bestimmt die instandhaltungsspezifischen Ziele, Strategien, Maßnahmen und Budgets. Nach Abstimmung dieser Ziele mit der Ausführungsebene wird für diese dadurch der Handlungsrahmen festgelegt. Die durch die Ausführungsebene erreichten Leistungs- und Kostenergebnisse werden durch das Instandhaltungscontrolling zur Messung der Zielerreichung genutzt. Über ein Berichtswesen (Anlagenverfügbarkeit, Instandhaltungskosten) wird die Führungsebene über

<sup>32</sup> Vgl. Schwießelmann J.: Strategiefindung in der Instandhaltung am Beispiel von Tiefdruckmaschinen, Norderstedt, 1. Auflage, 2007, S. 49 ff..

<sup>33</sup> Vgl. Brandstätter Ch.: Grundlagen der Budgetierung, 1. Auflage, Norderstedt, 2007, S. 3.

den Sachverhalt in der Instandhaltung informiert, wodurch die Erhaltung der Ziele überprüft und ggf. Korrekturmaßnahmen eingeleitet werden können.<sup>34</sup>

Durch das Instandhaltungscontrolling werden technische als auch betriebswirtschaftliche Daten verarbeitet. Deshalb wird das Instandhaltungscontrolling oft in Kostencontrolling und Technisches-Controlling unterschieden, wie in folgender Tabelle zu sehen.<sup>35</sup>

Tab. 3.1: Kostencontrolling und Technisches-Controlling.<sup>36</sup>

<b>Kostencontrolling</b>	<b>Technisches-Controlling</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erstellen und Führen einer Kostenarten-, Kostenstellen- und Kostenträgerrechnung</li> <li>- Erstellung der Betriebsabrechnung</li> <li>- Verursachungsgerechte Erfassung und Verrechnung der Kosten und Leistungen</li> <li>- Ermitteln von Verrechnungssätzen für erbrachte Leistungen</li> <li>- Vor-, mitlaufende und Nachkalkulation der Aufträge</li> <li>- Planung der IH- Leistungen nach Menge und Kosten</li> <li>- Erarbeitung der Budgets</li> <li>- Erfassen der Ist- Daten, Erstellen der Soll- Ist- Vergleiche und Abweichungsanalysen</li> <li>- Erstellen einer Vorschau</li> <li>- Erarbeiten von Maßnahmenplänen und Ausarbeiten von Entscheidungsgrundlagen</li> <li>- Entwickeln und Pflegen eines Kennzahlensystems</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entwicklung und Pflege eines Kennzahlensystems für z. B. Anlagen, Baugruppen, Bauteile hinsichtlich Verschleißverhalten, Technische Nutzungsdauer, Zuverlässigkeit</li> <li>- Schwachstellenanalyse</li> <li>- Schadens-, Ursachenanalyse</li> <li>- Ermittlung des optimalen Ausmusterungszeitpunktes für Anlagen und Geräte</li> <li>- Optimierung von Inspektionsintervallen, Mitwirkung bei der Optimierung der Wartungs- und Inspektionsplänen</li> </ul>

<sup>34</sup> Vgl. Schwießelmann J.: a. a. O., S. 49 ff..

<sup>35</sup> Vgl. Schwießelmann J.: a. a. O., S. 49 ff..

<sup>36</sup> Eigene Darstellung in Anlehnung an Schwießelmann J.: a. a. O, S. 49.

## *Regelkreis*

Der Regelkreis der Instandhaltung kann aus technischer Sicht betrachtet werden, wie bei den Aufgaben der Instandhaltung beschrieben wurde, oder im klassischen Sinne des Controllings. Diese müssen jedoch zwingend die gesamte Prozesskette durchlaufen und anschließend wieder von vorne durchlaufen.

Der Prozess setzt sich aus folgenden Bausteinen zusammen:

- Dem Erstellen eines Instandhaltungsbudgets,
- Erfassung und Abrechnung von Instandhaltungsleistungen über Aufträge,
- Auftragsdurchführung
- Rückmeldung durchgeführter IH-Tätigkeiten mit Hilfe von Aufträgen, Auswertung der Anlagen und Aufträge,
- Durchführung von Controlling-Gesprächen zur kontinuierlichen Verbesserung des IH- Bereiches.<sup>37</sup>

## *Informationssysteme*

Damit der Prozess des Instandhaltungscontrollings ablaufen kann, ist der Einsatz von Datenverarbeitungssystemen unerlässlich. Ein solches System für die Instandhaltung wird Instandhaltungsplanungs- und –steuerungssystem (IPS- System) genannt. Es finden sich jedoch auch oft andere Begriffe dafür. Ein anderer Begriff dafür lautet (EAM) Enterprise Asset Management. Die VDI 2898 definiert IPS- Systeme als Datenverarbeitungssysteme, die zur Unterstützung der Instandhaltung konzipiert und entwickelt wurden und durch ihre Funktionalitäten die Ausführung von Planungs-, Verwaltungs-, Dokumentations-, Kommunikations-, Steuerungs-, Controlling- und Analyseaufgaben unterstützen.

Das IPS-System ist damit ein wirkungsvolles Hilfsmittel. Zum einen ermöglicht das IPS-System eine bessere Planung der Instandhaltungsmaßnahmen, eine effizientere Auftragsabwicklung sowie die Erstellung von aussagekräftigen Analysen. Zum anderen stellt es ein wesentliches Element des Instandhaltungscontrollings dar.

Die IPS-Systeme weisen eine ähnliche Struktur wie die Produktionsplanungs- und –steuerungssysteme auf, sind jedoch auf die besonderen Anforderungen der Instandhaltung angepasst. Im Vordergrund steht dabei die Planung der klassischen Instandhaltungsmöglichkeiten Wartung, Inspektion und Instandsetzung. Entsprechend diesem Schwerpunkt haben die herkömmlichen am Markt verfügbaren IPS-Systeme folgende Bestandteile:

- Anlagenverwaltung
- Auftragsabwicklung
- Materialwirtschaft
- Analysen und Reports
- Ressourcenverwaltung<sup>38</sup>

---

<sup>37</sup> Vgl. Schwießelmann J.: a. a. O., S. 51 f..

<sup>38</sup> Vgl. Schwießelmann J.: a. a. O., S. 52 f..

### 3.3 Anlagen Management

#### 3.3.1 Nutzungsphasen technischer Anlagen

Für die Beschreibung der verschiedenen Nutzungsphasen einer Anlage bietet sich die Darstellung in Form eines Lebenszyklus an, wie in folgender Abbildung zu sehen ist.<sup>39</sup>

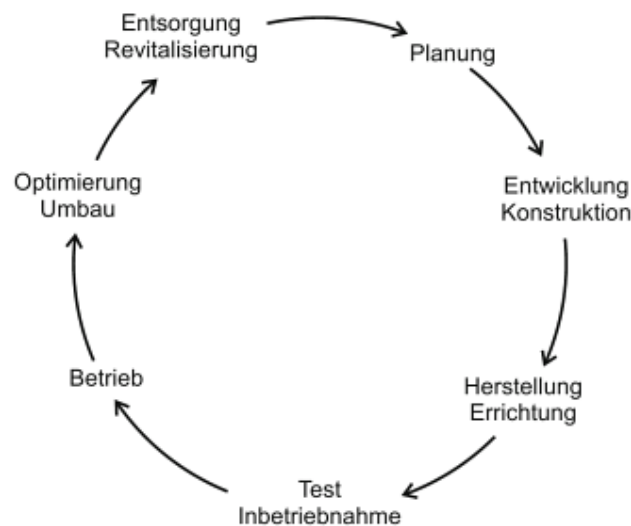


Abb. 3.7: Typische Lebenszyklusphasen einer technischen Anlage.<sup>40</sup>

Der Lebenszyklus einer Anlage startet mit der Entscheidung zur Entwicklung bzw. zur Investition in eine neue technische Anlage. Ihr Einsatz soll die Erreichung von Unternehmenszielen, wie z. B. die Stärkung von Marktpositionen, die Erhöhung von Produktionskapazitäten, die Verbesserung der Qualität und/oder die Steigerung der Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit, wirksam unterstützen. An der Entscheidung über eine Neuinvestition schließt sich die Phase der Grobplanung der Anlage mit ihren Eckparametern an, gefolgt von der Phase der Feinplanung, Konstruktion und des Engineerings. In dieser Phase ist ein interdisziplinäres Zusammenspiel von Ingenieurwissenschaften wie z. B. Maschinenbau, Elektrotechnik, Bauwesen mit anderen Disziplinen, wie Informatik, Betriebswirtschaft, Sicherheits- und Umwelttechnik und Arbeitswissenschaften, wesentlich, um letztlich eine technische Anlage zu gestalten, welche die komplexen Anforderungen ihres späteren Eigentümers und Betreibers erfüllt. Der Zeitrahmen für die Planung hängt sehr stark von der Branche und der Art der technischen Anlage ab. Von entscheidender Bedeutung ist die Phase des Anlagenlebenszyklus bezogen auf die zu erwartenden Lebenszykluskosten. Bereits während der Planung und des Engineerings werden die Lebenszykluskosten einer Produktionsanlage zu einem großen Teil beeinflusst, wie in folgender Abbildung zu sehen ist.<sup>41</sup>

<sup>39</sup> Vgl. Schenk M.: a. a. O., S. 11.

<sup>40</sup> Schenk M.: a. a. O., S. 11.

<sup>41</sup> Vgl. Schenk M.: a. a. O., S. 12.



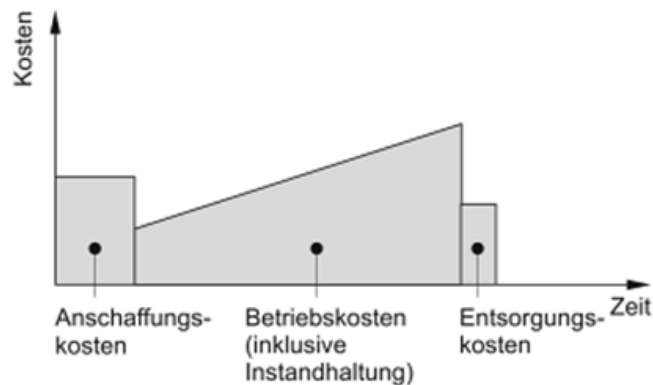


Abb. 3.8: Verteilung der Kosten im Lebenszyklus im Vergleich mit den Kostenverursachern.<sup>42</sup>

Fehlplanungen bzw. falsch dimensionierte Anlagenkomponenten lassen sich, wenn überhaupt, später nur mit einem erheblichen Aufwand korrigieren. Dies ist in anschließender Abbildung nochmals herausgearbeitet.<sup>43</sup>

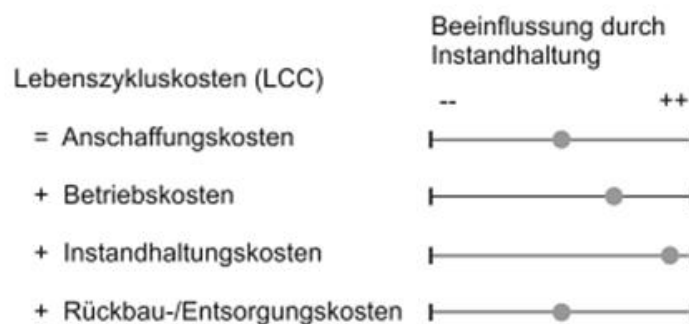


Abb. 3.9: Beeinflussung der Lebenszykluskosten durch die Instandhaltung.<sup>44</sup>

Eine weitere bedeutsame Phase im Lebenszyklus einer technischen Anlage ist die Errichtung und Inbetriebnahme. In einem kurzen Zeitraum werden hier die Grundlagen dafür geschaffen, dass alle Anlagenbestandteile im Zustand eingebaut und an den Betreiber übergeben werden, indem sie den Herstellungsprozess verlassen haben. Häufig werden in dieser Phase durch unsachgemäße Behandlung oder Montagefehler bereits potenzielle Schädigungen hervorgerufen, wie z. B. durch fehlerhaft montierte Dichtungen, falsch ausgerichtete Antriebsstränge usw., die zu einer Zustandsverschlechterung von Komponenten und zu Frühausfällen nach der Inbetriebnahme der Anlage führen können. Oftmals bleiben derartige Fehler bei der Errichtung einer Anlage auch deshalb unbemerkt, weil die erforderlichen Überwachungssysteme, wie z. B. die Prozessleittechnik und das Condition Monitoring, erst zum Ende der Errichtungsphase in Betrieb genommen werden und von daher u. a. Überbeanspruchungen zunächst nicht erkannt werden. Ein Lösungsansatz zur Reduzierung von Montagefehlern

<sup>42</sup> Schenk M.: a. a. O., S. 13.

<sup>43</sup> Vgl. Schenk M.: a. a. O., S. 12.

<sup>44</sup> Schenk M.: a. a. O., S. 13.

ist die konsequente Qualitätsüberwachung während der gesamten Errichtungsphase durch den Errichter selbst oder durch externe zertifizierte Überwachungsstellen wie z. B. durch zugelassene Überwachungsstellen nach Betriebssicherheits-verordnungen.<sup>45</sup>

Nach der Übergabe der Anlage an den Betreiber schließt sich deren eigentliche Nutzungsphase an. Diese ist in der Regel im Bereich des Maschinen- und Anlagenbaus die am längsten andauernde Lebenszyklusphase. Lediglich bei Anlagen, die hoch spezialisiert auf die Herstellung vieler Produkte mit schnellem Produktwechsel ausgelegt sind, wie z. B. in der Halbleiterindustrie, kann diese Phase entsprechend kürzer sein. Während der Betriebsphase bestimmen die Einsatzbedingungen, das Betriebsregime und die Eingriffe der Instandhaltung entscheidend den Zustand einer technischen Anlage. Die Einsatzbedingungen beeinflussen die Alterungs- und Korrosionseinflüsse. Das Betriebsregime bestimmt die tatsächlich wirkenden Beanspruchungen der einzelnen Komponenten und damit die Geschwindigkeit der Zustandsveränderungen durch Abnutzung. Die Instandhaltung trägt durch das Erbringen von Instandhaltungsleistungen dazu bei, dass Abnutzungsprozesse verlangsamt werden oder dass Komponenten vor ihrem Versagen ausgetauscht werden. Während der Nutzungsphase, in den meisten Fällen schon mit Beginn des Regelbetriebs, werden ständig Impulse gegeben die Leistungsfähigkeit, Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit zu erhöhen. Dazu wird ein ständiger kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP) der Anlage betrieben, der zu laufenden Veränderungen an der Anlage führt. Diese Verbesserungen und Veränderungen werden hauptsächlich von der Instandhaltung im Zusammenspiel mit Herstellern und Dienstleistern durchgeführt. Oftmals fließen Erfahrungen aus dem Anlagenbetrieb zurück in die Planungs- und Konstruktionsprozesse neuer Anlagengenerationen. Hier liegt eine wichtige Informationsquelle für den Anlagenbauer, der auf Informationen über den tatsächlichen Betrieb seiner Anlagen bei seinen Kunden angewiesen ist. Wichtig ist in diesem Zusammenhang auch, dass alle Veränderungen protokolliert und bei der Instandhaltungsplanung berücksichtigt werden. Zum Abschluss der Nutzungsphase und bzw. oder wenn die Möglichkeiten der Modernisierung technisch ausgereizt sind bzw. die Kosten der laufenden Instandhaltung die einer Neubeschaffung übertreffen, wird eine Entscheidung zur Ausscheidung der Anlage getroffen und diese demontiert. Hierbei besteht für die Instandhaltung noch einmal die Möglichkeit, Ursache- Wirkungs- Zusammenhänge im Betriebs- und Ausfallverhalten der alten Anlage festzustellen und als Erfahrungswissen für eine neue Anlage zu dokumentieren. Darüber hinaus sind Komponenten der Anlage dahingehend zu bewerten, ob sie aufgrund ihres Zustandes für eine weitere Nutzung in anderen Anlagen geeignet sind. Die Instandhaltung trägt hier zur Ressourcenschonung bei und setzt den Nachhaltigkeitsgedanken um. Bei Beendigung des Lebenszyklus kommt es zur Ersatzinvestition wie im praktischen Teil ersichtlich. Besondere Anforderungen an die Instandhaltung mit Bezug zum Anlagenlebenszyklus ergeben sich aus folgenden Punkten:

- Während der Nutzungsphase ohne tiefgreifende Veränderungen an der Anlagenkonfiguration bei vergangenen Anlagengenerationen vergleichsweise lang waren, verkürzen sich diese Zyklen gerade bei universell und flexibel einsetzbaren Anlagen zusehends.

---

<sup>45</sup> Vgl. Schenk M.: a. a. O., S. 12 ff..

- Anlagen durchliefen meist ihren kompletten Lebenszyklus bei einem Betreiber, der über das Bedien- und Instandhaltungspersonal Erfahrungen über das Betriebs- und Ausfallverhalten sammeln konnte. Heute ist es oft so, dass Anlagen verkauft, demontiert, modifiziert und wieder bei einem neuen Betreiber in Betrieb genommen werden. Dieser neue Betreiber verfügt in der Regel nicht über Informationen und Erfahrungen aus der Vorgeschichte der Anlage und kann diese während ihrer Nutzungsphase nicht mehr in Erfahrung bringen.<sup>46</sup>

Der grundsätzliche Verlauf der Ausfallrate eines technischen Systems über der Betriebsdauer wird häufig idealisiert mit einer sogenannten „Badewannenkurve“, wie unten zu sehen, beschrieben.<sup>47</sup>

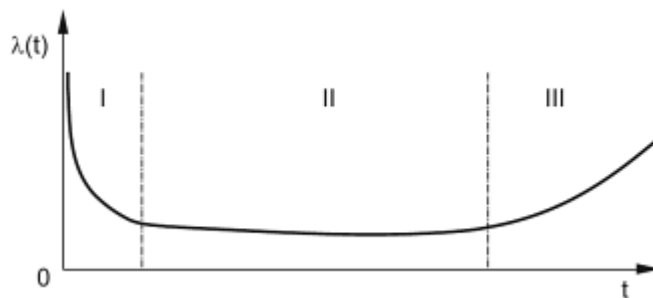


Abb. 3.10: Verlauf der Ausfallrate (idealisiert).<sup>48</sup>

Hinter dieser Darstellung steht die Überlegung, dass sich im Verlauf der Lebensdauer eines technischen Systems die jeweils das Ausfallverhalten bestimmenden Mechanismen verändern.

Bei Inbetriebnahme eines technischen Systems sind Abnutzungsprozesse als Ursachen für Alterung und Schädigung noch nicht wirksam. Stattdessen sind Konstruktions-, Werkstoff- oder Herstellungsfehler prägend, die im realen Betrieb relativ rasch zu einem Ausfall führen. Das Abklingen der sogenannten Frühfehler bewirkt eine Abnahme der Ausfallrate.

Dieser Phase schließt sich ein im Wesentlichen durch Zufallsausfälle geprägtes Betriebszeitintervall an. Während dieser Phase mit einer relativ konstanten Ausfallrate werden Ausfälle überwiegend durch äußere Einflüsse auf das System verursacht. Dazu gehören Umweltbeanspruchungen, unzulässige Belastungen, Bedienungsfehler, aber auch unzureichend ausgeführte Instandhaltungsmaßnahmen. Die Ausfallrate ist in diesem Bereich als konstant anzusehen.

In der sich anschließenden Phase treten zusätzlich zu den bereits geschilderten zufälligen Ursachen auch noch abnutzungsbedingte Ausfälle auf. Diese haben ihren Ursprung vor allem in den ablaufenden Abnutzungsprozessen, z. B. durch Verschleiß, Ermüdung oder Korrosion. Die Folgen dieser Abnutzungsprozesse äußern sich in einem Ansteigen der Ausfallrate.

<sup>46</sup> Vgl. Schenk M.: a. a. O., S. 12 ff..

<sup>47</sup> Vgl. Schenk M.: a. a. O., S. 48.

<sup>48</sup> Schenk M.: a. a. O., 2010, S. 48.

Im praktischen kommt es im System zu einer Kombination verschiedenartiger Ausfallursachen, die auch noch zeitlich versetzt wirken können, deshalb stellt die Darstellung der Ausfallrate in Abhängigkeit von der Betriebsdauer in Form der „Badewannenkurve“ nur einen idealisierten Verlauf dar. Der tatsächliche Verlauf ist nur nach einer gründlichen Analyse aller Ausfallursachen und Ausfallzeitpunkte für den Anwendungsfall abzuleiten.<sup>49</sup>

Anlagen werden ersetzt bzw. werden grundlegend verändert, bevor die Verschleißphase eingesetzt, dies wird in folgender Abbildung dargestellt.<sup>50</sup>

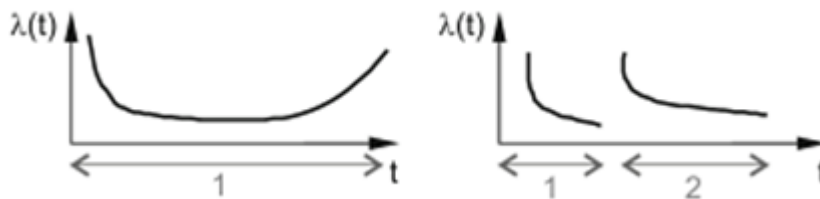


Abb. 3.11: Veränderungen in den Lebenszyklen technischer Anlagen.<sup>51</sup>

Deshalb ist es obligat, dem Anlagenmanagement neben Information zur Auslegung und zum Leistungsvermögen einer Anlage auch die aktuelle Zusammensetzung und die komplette Betriebs- und Instandhaltungshistorie bereitzustellen. Die Erarbeitung und Vermarktung dieses Wissens muss deshalb auch als Beitrag der Instandhaltung an der Wertschöpfung eines Unternehmens angesehen werden.<sup>52</sup>

Die mittlere Lebensdauer eines Systems entspricht dem Mittelwert bzw. Erwartungswert der zufälligen Lebensdauer des Systems. Bei instandsetzbaren Systemen, d. h. die nach einem Ausfall jedes Mal durch geeignete Instandsetzungsmaßnahmen wieder in einen betriebsfähigen Zustand versetzt werden, lässt sich die Wahrscheinlichkeit dafür, dass sich das System in einem funktionsfähigen Zustand befindet, mittels der Kenngröße „Verfügbarkeit“ darstellen.<sup>53</sup>

### 3.3.2 Anlagenverwaltung

#### *Anlagenmanagement und Instandhaltung*

Anlagenmanagement umfasst sämtliche Führungs- und Leitungsaufgaben im Rahmen der Bewirtschaftung von Betriebsmitteln, also Planung, Organisation, Leitung, Koordination und Kontrolle sämtlicher anlagenbezogener Aktivitäten, von der Anlagenprojektion, -bereitstellung und -anordnung, über die Anlagenutzung, -instandhaltung und -verbesserung bis hin zu Anlagenausmusterung, -entsorgung und -ersatz, mit dem Ziel, unter Beachtung der betrieblichen Humananforderungen, der Umweltanforderungen

<sup>49</sup> Vgl. Schenk M.: a. a. O., S. 48 f..

<sup>50</sup> Vgl. Schenk M.: a. a. O., S. 15.

<sup>51</sup> Schenk M.: a. a. O., S. 15.

<sup>52</sup> Vgl. Schenk M.: a. a. O., S. 15.

<sup>53</sup> Vgl. Schenk M.: a. a. O., S. 49.

und sonstiger, den Handlungsspielraum einengender Bedingungen dazu beizutragen, dass das angestrebte wirtschaftliche Ereignis der Unternehmung in möglichst hohem Maße erreicht wird.<sup>54</sup>

Das Anlagenmanagement ist eine Querschnittsaufgabe innerhalb des Unternehmens im Zusammenwirken mit zahlreichen externen Partnern. Damit ist es in allen Phasen des Lebenszyklus einer technischen Anlage beinhaltet. Das sich daraus ergebende breite und interdisziplinäre Aufgabenspektrum erstreckt sich ebenfalls von der Planung einer komplexen technischen Anlage, über deren Beschaffung und Errichtung, den Betrieb und die Instandhaltung bis hin zu ihrer Außerbetriebnahme und Demontage/Entsorgung.

Ein besonderes Kennzeichen für den Lebenszyklus moderner, wandlungsfähiger Anlagen besteht darin, dass sich die Zyklen immer mehr verkürzen. Das führt zu ständig wechselnden Anforderungen und Aufgabenverteilung und damit zwangsläufig auch zu kürzeren Planungszyklen und einer abnehmenden Planungssicherheit.

Im Mittelpunkt dieser Aufgaben steht ein Teilgebiet des Anlagenmanagements – die Instandhaltung als logischer Prozess. Ein Prozess stellt allgemein die Folge logisch zusammenhängender Aktivitäten zur Erstellung einer Leistung oder zur Veränderung eines Objektes dar. Er ist gekennzeichnet durch einen definierten Anfang, der durch einen Auslöser oder Inputgrößen aktiviert wird. Ein weiteres Merkmal eines Prozesses ist ein definiertes Ende an dem ein Ereignis, ein Wert bzw. definierte Outputgrößen entstehen. Das Hauptziel eines Prozesses ist ein Wertzuwachs bzw. eine Wertschöpfung.

Diese prozessorientierte Betrachtungsweise wird der Bedeutung der Instandhaltung besser gerecht, weil nicht nur die internen Abläufe innerhalb definierter Prozessketten abgebildet werden können, sondern auch die Abläufe der Produktion mit den vielfältigen Wechselwirkungen zwischen den Elementen des Produktionssystems und deren Verfügbarkeitsrelevanten Ereignissen einschließlich der Beziehungen zu externen Partnern.<sup>55</sup>

Die Instandhaltungslogistik stellt eine Erweiterung zur Definition der Instandhaltung dar. Danach steht die Instandhaltung als Oberbegriff für ein komplexes Fachgebiet, d. h. sie umfasst die Kombination aller technischen, organisatorischen und administrativen Maßnahmen sowie Maßnahmen des Managements während des Lebenszyklus einer Anlage, eines Anlagenteils oder einer Komponente zur Erhaltung des funktionsfähigen Zustandes oder der Rückführung indessen, sodass sie die geforderte Funktion erfüllen kann.<sup>56</sup>

---

<sup>54</sup> Vgl. Schlick St.: Entflechtungsadjustiertes Anlagenmanagement von Versorgungsnetzen, Berlin, 2007, S. 21.

<sup>55</sup> Vgl. Schenk M.: a. a. O., S. 15 f..

<sup>56</sup> Vgl. Schenk M.: a. a. O., S. 15 f..

### *Wertschöpfungskette und Anforderungen an die Instandhaltung*

Von der Instandhaltung werden in den Unternehmen einerseits die Gewährleistung einer ausreichenden Anlagenverfügbarkeit und andererseits die Sicherung einer hohen Wirtschaftlichkeit der Produktionssysteme erwartet. Ziel ist somit eine hohe Anlagenverfügbarkeit bei möglichst geringen Kosten. Im Einzelnen bedeutet das:

- Vermeidung ungeplanter Ausfälle
- Verfügbarkeit optimieren
- Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit
- Schonung natürlicher Ressourcen
- Reduzierung der Instandhaltungskosten
- Reduzierung der Zins- und Lagerkosten
- Reduzierung der Investitionskosten<sup>57</sup>

Nichtinstandhalter betrachten die Instandhaltung meist nur als Kostenfaktor. In der Instandhaltung hat sich aber in den letzten Jahrzehnten eine enorme Entwicklung vollzogen. Viele Instandhalter und Interessensverbände der Instandhalter setzen sich für einen höheren Stellenwert der Instandhaltung ein. Sie argumentieren, dass Instandhaltung ein Wertschöpfungsfaktor sei, denn die traditionelle Instandhaltung erbringt Vorleistungen für die eigentliche Wertschöpfung, die durch Änderung von Produkteigenschaften zur Erreichung eines Gebrauchswertes für Kunden beschrieben werden kann. Obwohl die Instandhaltung in traditionellen Strukturen nicht wertschöpfend ist, bietet sie jedoch ein enormes Wertschöpfungspotenzial für die Verbesserung von Maschinen und Anlagen in Netzwerkstrukturen mit Instandhaltungszeit „Null“ bei voller Wertschöpfung. Instandhaltungszeit „Null“ bedeutet, keine produktive Zeit durch Instandhaltung zu verschwenden, sondern die notwendigen Arbeiten z. B. in Stillstandszeiten zu erledigen. Daher geht die Betrachtung vermehrt in Richtung Anlagenmanagement.

Dies erfordert die Ausrichtung aller Prozesse am Wertstrom. Der Wertstrom umfasst alle Prozesse, die notwendig sind, um einen Wert für den Kunden zu erzeugen. Auf diesen Wertstrom hin sollte deshalb das gesamte Produktionssystem orientiert sein. Und zwar alle direkten Produktionsprozesse ebenso wie alle dazugehörigen unterstützenden Prozesse, wie eben auch die Instandhaltung. Aufgabe der Instandhaltung ist es somit, sich als Wertschöpfungspartner zu positionieren und die Instandhaltungsnetzwerke zu organisieren und zu steuern.

Mit Wertschöpfungskette wird wiederum in der Systematik des Betriebsprozesses der Weg eines Produktes oder einer Dienstleistung bis zum Verbraucher mitsamt der in jeder Stufe erfolgten Wertsteigerung (Mehrwert) bezeichnet.<sup>58</sup>

### *Tätigkeiten des Asset (Anlagen) Management*

Die Entwicklung, Steuerung und Optimierung der technischen Assets eines Unternehmens wird über einen Entscheidungsprozess geführt, an dem folgende Bereiche mit

<sup>57</sup> Vgl. Schenk M.: a. a. O., S. 16 f..

<sup>58</sup> Vgl. Schenk M.: a. a. O., S. 16 f..

unterschiedlichen Interessen und Aufgaben beteiligt sind. Diese Bereiche stellen die Grundlage eines dreigeteilten Rollenmodells dar.

- Der **„Asset-Owner“** vertritt die Funktion des wirtschaftlichen Eigentümers der Betriebsmittel/Assets, wobei dies auch über ein Pachtmodell möglich ist. Er gibt die grundlegende Prämissen bezüglich Qualität, akzeptablen Risiken, Versorgungszuverlässigkeit, Anlagensubstanz und Finanzierung vor, so dass die Basisstrategien festgelegt sind. Er ist der Ansprechpartner gegenüber dem Regulator und macht auch das Regulierungsmanagement. Der Asset-Owner ist somit der Auftraggeber des Asset-Managers und genehmigt das Gesamtbudget für die verschiedenen Ebenen.
- Der **„Asset-Manager“** definiert auf den grundlegenden Vorgaben des Asset-Owners technische Einzelstrategien, hauptsächlich auf den Gebieten Netzentwicklung, Investition und Instandhaltung. Er ist somit verantwortlich für die Umsetzung der Vorgaben des Asset-Owners in einen Arbeitsplan zur Erfüllung der Ziele. Der Asset-Manager identifiziert die notwendigen Maßnahmen und veranlasst die Umsetzung auf der Basis technischer Standards, deren Festlegung ebenfalls in seinen Aufgabenbereich gehört. Abschließend muss er ein entsprechendes Controlling seiner Maßnahmen bezüglich Geldeinsatz und Versorgungsqualität aufsetzen, um die Wirksamkeit der Maßnahmen zu ermitteln und ggf. Korrekturen in den Strategien und Standards vorzunehmen. Die Aufgabe des Asset-Managers ist es somit, das Optimum zwischen den folgenden Problemkreisen zu suchen: geschäftliches Risiko, Verfügbarkeit und finanzielle Ausgaben zur Erhaltung der Netzsubstanz. Für die operative Umsetzung setzt er als Auftraggeber den Service Provider ein.
- Der **„Service-Provider“** führt sämtliche Dienstleistungen hinsichtlich der Abwicklung des Betriebs und Projekten im Auftrage des Asset-Managers durch, hierbei können im Einzelnen zwei Fälle unterschieden werden: Allgemeine Dienstleistungen, wie z. B. Finanzierung, Einkauf und Informationstechnik für die der „Support Service Provider“ zuständig ist und operative technische betriebliche Abläufe wie z. B. Anlagenbetrieb, Projektierung und Bauausführung für das der „Asset-Worker“ zuständig ist. Darüber hinaus sind vielfältige Grundleistungen (z. B. Dokumentation, Pflege von Datenbanken und Stellungnahmen) und die Ermittlung von Zuständen und Bedürfnissen als Grundlage für die Ableitung der Budgets zu erbringen.

Die Arbeitsgruppe TF 23.18 der Cigre führte im Jahr 2000 eine Umfrage bei ihren Mitgliedern über die Aufgaben der am Entscheidungsprozess Beteiligten durch, wie sie oben definiert sind. Das Ergebnis der Befragung, an der 16 verschiedene Unternehmen teilgenommen haben, wird in folgender Abbildung dargestellt.<sup>59</sup>

---

<sup>59</sup> Vgl. Balzer G., Schorn Ch.: a. a. O., S. 10 f..

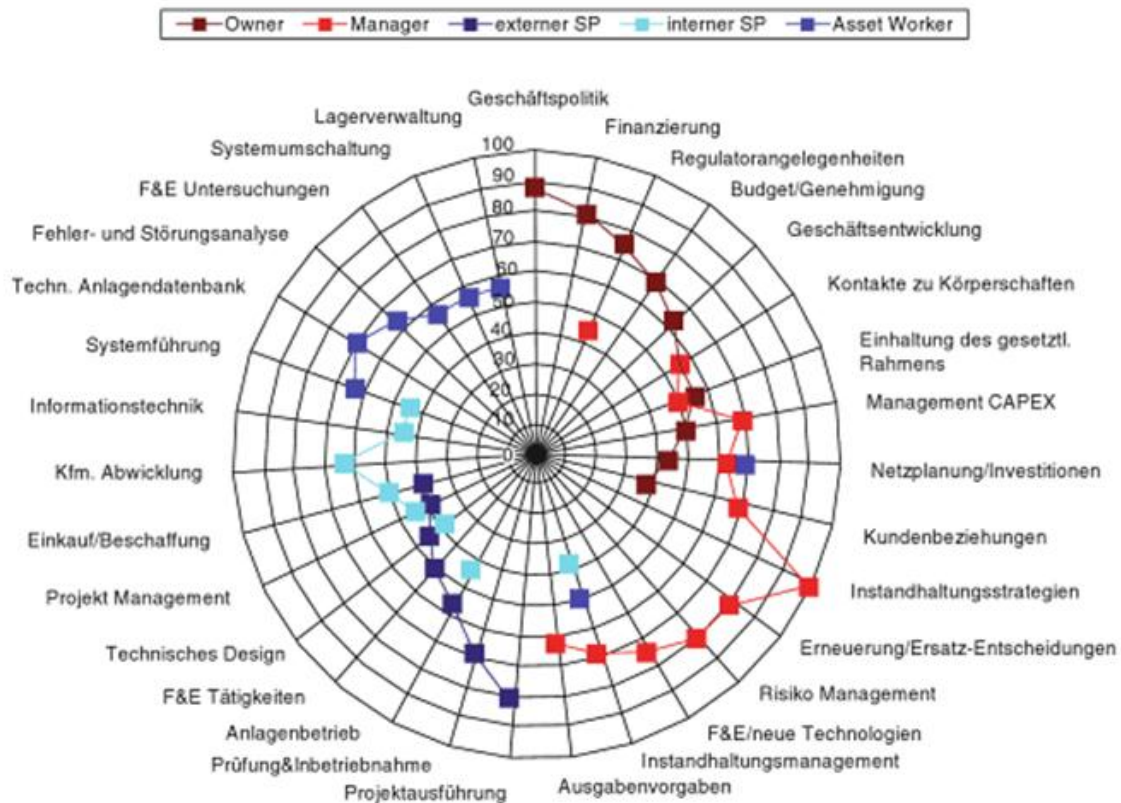


Abb. 3.12: Aufgabenverteilung im Bereich des Asset-Managements.<sup>60</sup>

Aus der Darstellung ist zu entnehmen, welcher Teilnehmer an den verschiedenen Aufgaben beteiligt ist (Wertung zwischen 0 und 100 %), wobei Mehrfachnennungen möglich waren. Die Rolle des Asset-Owners wird in erster Linie in der Festlegung der Geschäftspolitik und der finanziellen Vorgaben (z. B. Budget) für den Asset-Manager gesehen. Die Aufgabenverteilung des Service Providers und des Asset-Workers (Operation). Ausgehend von der Aufgabenzuordnung im Asset-Management kann eine „Pyramide des Asset-Management-Prozesses“ abgeleitet werden, die sowohl den Ablauf des Entscheidungsprozesses darstellt als auch den hierfür notwendigen Informationsfluss.<sup>61</sup> Diese Pyramide ist in folgender Grafik dargestellt.

<sup>60</sup> Balzer G., Schorn Ch.: a. a. O., S. 11.

<sup>61</sup> Vgl. Balzer G., Schorn Ch.: a. a. O., S. 11.



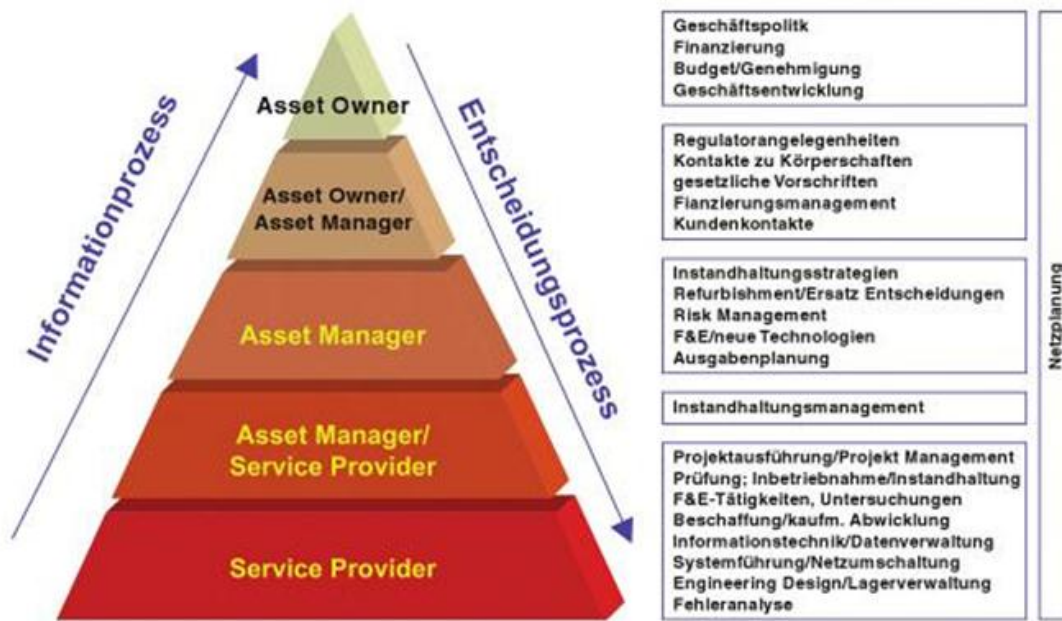


Abb. 3.13: Pyramide des Asset-Management-Prozess.<sup>62</sup>

Aufgrund der Umfrage bei den verschiedenen Unternehmen gab es einige Tätigkeitsfelder, die eindeutig den drei Funktionen zugeordnet werden, wohingegen andere jeweils in Abhängigkeit der Unternehmensstruktur überlaufend wahrgenommen werden. Während der Informationsfluss über den Zustand der Betriebsmittel von der Basis bis zur Unternehmensspitze geht, ist der Entscheidungsprozess in umgekehrter Reihenfolge anzusetzen. Der Asset-Manager übernimmt an den jeweiligen Nahtstellen zu Asset Owner und Serviceprovider die Abstimmungs- und Umsetzungsaufgaben und hat somit im Informationsprozess einerseits und im Entscheidungsprozess andererseits eine zentrale Funktion.<sup>63</sup>

Innerhalb der Asset-Entscheidungen umfasst die für den Asset-Manager grundlegende Lebensdauerbetrachtung verschiedenste zum Teil konkurrierende Zielgrößen. Angefangen bei der langfristigen strategischen Asset-Planung und der Netzentwicklung, über die Projektierung, die Ausführungsplanung, die Inbetriebnahme, bis hin zu dem Betrieb oder der Entsorgung, wobei die Strategieauswahl zu Beginn des Prozesses den größten Einfluss auf den finanziellen und qualitativen Erfolg des Entscheidungsprozesses hat. Bei diesen Überlegungen sind auf der Grundlage von festzulegenden Planungsvoraussetzungen selbstverständlich technische Randbedingungen einzuhalten wie z. B. die Spannungshaltung, Versorgungssicherheit, Immissionswerte und Grenzwerte der Betriebsmittelauslastung. Auf dieser Grundlage entsteht die Entscheidungsmöglichkeit für die wirtschaftlichste Vorgehensweise der betrachteten Betriebsmittelgruppen oder Netzteile.

<sup>62</sup> Balzer G., Schorn Ch.: a. a. O., S. 12.

<sup>63</sup> Vgl. Balzer G., Schorn Ch.: a. a. O., S. 11 ff..

Als Unterstützung des Entscheidungsprozesses auf der Asset-Owner- und Asset-Manager-Ebene bieten sich vielfach Asset-Simulationen an, hierbei können die Ziele - wie folgt - definiert werden.

- Strategieentwicklung und –optimierung
- Kostenersparnisse (ableiten von Life-Cycle-Kurven der Betriebsmittel)
- Bewertung der Netzkrisen (Auswirkungen und Konsequenzen von Störungen)
- Ermittlung der Instandhaltungsmaßnahmen
- Festlegung des jährlichen Budgetbedarfs
- Strategieüberprüfung an der Basis des genehmigten Budgets
- Anpassungen der erforderlichen Maßnahmen.

Der Nutzen der Simulation ist zum Beispiel:

- Transparente und nachvollziehbare Grundlage
- Basis für den effizienten Einsatz knapper Ressourcen
- Basis für die Identifikation der größten Werthebel
- Belegbare Argumentation für die interne und externe Kommunikation.<sup>64</sup>

### 3.4 Organisationslehre

#### 3.4.1 Aufbauorganisation/Ablauforganisation

##### *Aufgaben der Aufbauorganisation*

Die wesentlichen Aufgaben der Aufbauorganisation bestehen darin

- Zu regeln, wie die verschiedenen Tätigkeiten den verschiedenen Organisationseinheiten zugeordnet werden (d. h., wer ist für was zuständig?), und
- dafür zu sorgen, dass die Beiträge der Organisationseinheiten koordiniert werden (d. h., wer darf wem Weisungen erteilen?).

Die Aufgabenzuordnung zwischen den Organisationseinheiten kann unter verschiedenen Kriterien vorgenommen werden. Meist werden die Aufgaben der Abteilungen nach dem Kriterium der betriebswirtschaftlichen Funktionen festgelegt und voneinander abgegrenzt.<sup>65</sup> In folgender Abbildung ist eine funktionale Aufbauorganisation eines Fertigungsunternehmens exemplarisch aufgeführt.

---

<sup>64</sup> Vgl. Balzer G., Schorn Ch.: a. a. O., S. 11 ff..

<sup>65</sup> Vgl. Rudolf W.: Prozessorganisation, 2. Auflage, München, 2007, S. 11.

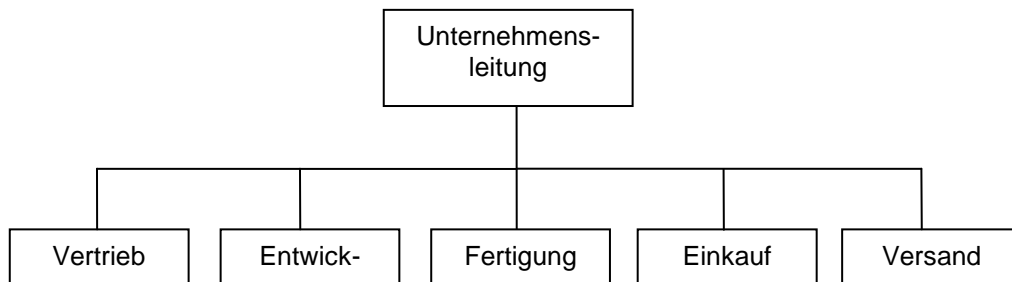


Abb. 3.14: Aufbauorganisation eines Fertigungsunternehmens.<sup>66</sup>

Innerhalb der so gebildeten Aufbauorganisation beschäftigt sich in einem Fertigungsunternehmen eine Abteilung mit Akquisition und der Bearbeitung von Kundenbestellungen, eine andere Abteilung entwickelt neue Produkte, die dritte Abteilung ist dafür zuständig, Fertigungsaufträge durchzuführen dies kann so weiter gehen. Bei einem technischen Dienstleister mit funktionaler Aufbauorganisation wird es eine Abteilung geben, in der eingehende Kundenaufträge angenommen werden, die zweite installiert Neuanlagen, die nächste führt Reparaturaufträge durch und so kann es beliebig weiter gehen.

Die betriebswirtschaftliche Organisationslehre hat bis in die 90er Jahre der Aufbauorganisation größere Bedeutung beigemessen als der Ablauforganisation. Autoren wie M. Gaitanides, die bereits Anfang der 80er Jahre auf die Bedeutung der Prozesse hingewiesen haben, waren zunächst hoffnungslos in der Minderheit. Nach dem traditionellen betriebswirtschaftlichen Verständnis, das von E. Kosiol in den 60er Jahren entwickelt wurde, muss zuerst vollständig Klarheit über die Aufbauorganisation hergestellt werden. Erst danach kann die Regelung der Abläufe angegangen werden.

### *Mängel der herkömmlichen Sichtweise*

In obiger Darstellung wurde gezeigt, aus welchen Abteilungen ein funktional gegliedertes Fertigungsunternehmen üblicherweise besteht. Folgende Abbildung zeigt, wie sich innerhalb eines solchen Unternehmens die Prozesse prinzipiell vollziehen.

Die Folge der Prozesse wird durch die Bestellung des Kunden eingeleitet. Um den Kundenauftrag auszuführen, müssen (in diesem Fall) drei Prozesse ausgeführt werden. Die Prozesse bauen aufeinander auf. Jeder Prozess liefert Ergebnisse, mit denen im Folgeprozess weitergearbeitet werden. Das Ergebnis des letzten Prozesses ist, dass die Produkte fertig sind und dem Kunden geliefert werden können.<sup>67</sup>

<sup>66</sup> Eigene Darstellung angelehnt an Rudolf W.: a. a. O., S. 11.

<sup>67</sup> Vgl. Rudolf W.: a. a. O., S. 11 f..

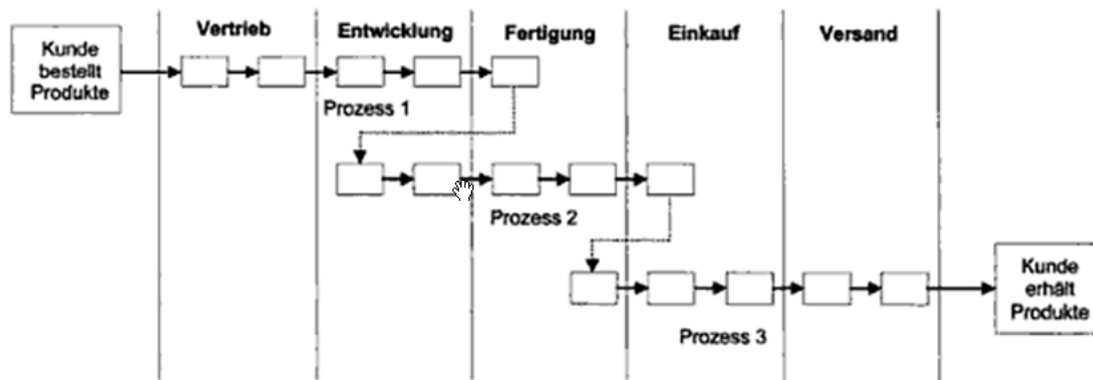


Abb. 3.15: Prozesse eines Fertigungsunternehmens.<sup>68</sup>

Wie aus der Abbildung ersichtlich ist, sind in einer funktionalen Aufbauorganisation die verschiedenen Schritte eines Prozesses auf unterschiedliche Organisationseinheiten verteilt. Es kommt nur selten vor, dass eine Abteilung für einen Prozess komplett verantwortlich ist. Stattdessen ist jede Abteilung immer nur für bestimmte Teilprozesse zuständig. Hieraus ergeben sich verschiedene Probleme, die bislang jedoch aufgrund des vergleichsweise geringen Stellenwertes der Ablauforganisation kaum beachtet wurden mit der Folge, dass zu wenig getan wurde, um diese Probleme zu lösen oder sie zu vermindern.<sup>69</sup>

### 3.4.2 Aufgaben der Prozessorganisation

#### *Einführung*

Ein Prozess ist eine gewisse Menge von zeitorientierten und funktional verknüpften Tätigkeiten, die einen gemeinsamen Zweck erfüllen.<sup>70</sup>

Ein betrieblicher Prozess (synonym „Geschäftsprozess“, englisch „Business Process“) besteht aus mehreren Schritten (bzw. Tätigkeiten), die in einer bestimmten Reihenfolge durchzuführen sind und durch die gewünschten Ergebnisse erreicht werden. Er führt dazu oder trägt dazu bei, dass das Unternehmen seine Kunden Produkte und/oder Dienstleistungen anbieten kann.

An der Ausführung der Prozesse sind in der Regel mehrere Personen bzw. mehrere betriebliche Organisationseinheiten beteiligt. Lediglich wenige Prozesse spielen sich ausschließlich innerhalb einer Abteilung ab. In der Regel werden die Schritte, aus denen die Prozesse bestehen, von verschiedenen Unternehmensbereichen ausgeführt. Diese müssen insofern gut zusammenarbeiten, um die gewünschten Ergebnisse zu erreichen.

<sup>68</sup> Rudolf W.: a. a. O., S. 12.

<sup>69</sup> Vgl. Rudolf W.: a. a. O., S. 12.

<sup>70</sup> Vgl. Hansmann K.: Industrielles Management, 8. Auflage, München, 2006, S. 200.

## Aufgaben

Die Aufgaben der Prozessorganisation bestehen darin dafür zu sorgen,

- dass die betrieblichen Prozesse so festgelegt werden, dass mit ihnen die gewünschten Ergebnisse erreicht werden können und die Prozesse auf optimale Weise durchgeführt werden, und
- dass die Prozesse darüber hinaus ständig verbessert bzw. erneuert werden, um auf ihre Weise die Leistungsfähigkeit fortlaufend zu erhöhen.<sup>71</sup>

### 3.4.3 Darstellung der Prozesse

Grundlage jeder Beschäftigung mit betrieblichen Prozessen ist, dass diese grafisch dargestellt werden. Zunächst gilt es, sich „ein Bild davon zu machen“, wie diese (gegenwärtig) verlaufen. Auf dieser Grundlage kann man dann damit beginnen, eine möglichst günstige Vorgehensweise für die Durchführung der Prozesse festzulegen.

Prozesslandkarten und Flussdiagramme bauen aufeinander auf. In einer Prozesslandkarte werden die Prozesse in ihrer Gesamtheit betrachtet. Es wird klar, welche Prozesse es in dem Unternehmen überhaupt gibt.

Mit der Darstellung in Flussdiagrammen wird jeder Prozess, der in der Prozesslandkarte enthalten ist, für sich betrachtet. Aus einem Flussdiagramm geht hervor, in welchen Schritten ein Prozess im Einzelnen durchgeführt wird.

Eine Prozesslandkarte stellt die „Abfolge und Wechselwirkung der Prozesse“<sup>72</sup> eines Betriebes dar. Aus ihr ist ersichtlich,

- welche Prozesse im Unternehmen vorhanden sind,
- welche Beziehungen zwischen (internen) Kunden und Lieferanten durch die Prozesse gegeben sind und
- über welche Prozesse das Unternehmen mit seinen (externen) Kunden und Lieferanten verbunden ist.

Sie hat für die Prozessorganisation dieselbe Bedeutung, die das Organigramm für die Aufbauorganisation hat:

- Ein Organigramm macht anschaulich, wie die Abteilungen des Unternehmens heißen und in welchen Beziehungen sie zueinander stehen.
- Aus der Prozesslandkarte gehen die wesentlichen Prozesse des Unternehmens und deren logische Anordnung hervor.<sup>73</sup>

Das Grundproblem bei der Darstellung von Prozessen in Flussdiagrammen besteht darin, den richtigen Detaillierungsgrad zu treffen. Hier gilt es einen Mittelweg zwischen einer zu groben und einer übergenaue Darstellung zu finden.

---

<sup>71</sup> Vgl. Rudolf W.: a. a. O., S. 1 ff..

<sup>72</sup> NORM DIN ISO 9001:2000: Qualitätsmanagementnorm, S. 17.

<sup>73</sup> Vgl. Rudolf W.: a. a. O., S. 34 ff..

Eine zu grobe Darstellung ist damit verbunden, dass der Betrachter des Flussdiagramms zu wenige Informationen bekommt. Er kann sich deshalb den Ablauf des Prozesses nicht richtig vorstellen. Eine übergenaue Darstellung enthält zu viele Informationen, sodass der Betrachter der Darstellung nur schwer folgen kann.<sup>74</sup>

### 3.5 Grundlagen Wirtschaft

#### 3.5.1 Betriebswirtschaftslehre

Betriebswirtschaft ist ein zusammengesetzter Fachbegriff aus den Teilbegriffen „Betrieb“ und „Wirtschaft“.

##### *Betrieb*

Betriebe sind Organisationen, in denen Menschen tätig sind und die bestimmte Leistungen erstellen. Die Systemtheorie spricht in diesem Zusammenhang von produktiven, sozialen Systemen.

Die begriffsbildenden Merkmale eines Betriebes sind:

- Kombination von Menschen und Produktionsmitteln (Maschinen, Werkzeuge, Rohstoffe usw.)
- Zweckorientiertes Handeln zur Erzeugung einer bestimmten Leistung
- Ausrichtung der Leistung auf die Bedürfnisse eines bestimmten Marktes oder einer bestimmten Kundengruppe

Betriebe sind also Organisationen, in denen Menschen mithilfe von Produktionsmitteln Leistung für Kunden erbringen.

##### *Wirtschaft*

Beim Begriff Wirtschaft geht es darum, den Arbeitseinsatz von Menschen sinnvoll mit den Produktionsmitteln zu verbinden. Da sowohl der Arbeitseinsatz wie der Einsatz von Produktionsmitteln mit Kosten verbunden sind, geht es beim Wirtschaften letztlich um die Suche nach dem günstigsten Kosten-Leistungs-Verhältnis.

Wirtschaften heißt also, Arbeitseinsatz und Produktionsmittel so zu kombinieren, dass ein möglichst gutes Kosten-Leistungs-Verhältnis entsteht.

---

<sup>74</sup> Vgl. Rudolf W.: a. a. O., S. 57.

## *Betriebswirtschaft*

Aus den beiden Teilbegriffen ergibt sich somit die folgende Definition von Betriebswirtschaft:

Die Betriebswirtschaft befasst sich mit den Strukturen und Abläufen in Betrieben mit dem Ziel, kostengünstige Leistungen für Kunden zu erbringen.

Betriebswirtschaftliches Denken heißt, Sachverhalte unter dem Aspekt Leistung und Kosten zu betrachten. Maßnahmen sind demnach vorteilhaft, wenn sie das Leistungs-Kosten-Verhältnis verbessern, und negativ, wenn sie dieses Verhältnis verschlechtern.<sup>75</sup>

Grundlegend ist, dass das Verhältnis von Leistung und Kosten nicht nur kurzfristig betrachtet wird. Für viele betriebswirtschaftlich zu entscheidenden Maßnahmen ist Nachhaltigkeit ein wichtiges Kriterium, d. h. sie müssen sich langfristig positiv auswirken. In der Konsequenz heißt das, dass Maßnahmen, deren kurzfristige Leistungs-Kosten-Bilanz negativ ist, die aber in einer längerfristigen Perspektive eine Wende zum Positiven versprechen, unter betriebswirtschaftlichen Kriterien durchaus sinnvoll sein können.

## *Wertschöpfung*

Der Wert einer betrieblichen Leistung wird durch den Preis bestimmt. Anders ausgedrückt: Eine Leistung ist immer so viel wert, wie sie kostet. Die gesamte Wertschöpfung, die in einem Produkt oder einer Dienstleistung enthalten ist, wird somit durch den Preis definiert. Andererseits ist auch offensichtlich, dass der einzelne Betrieb nur in Ausnahmefällen die gesamte Wertschöpfung selbst erarbeitet. Der Landwirt, der Getreide anpflanzt, wird das verwendete Saatgut in der Regel zukaufen und nicht selbst herstellen. Auch im Beispiel des Steinbruches werden viele Roh- und Hilfsstoffe zugekauft.<sup>76</sup>

Die Wertschöpfung wird in folgender Abbildung dargestellt.

---

<sup>75</sup> Vgl. Teuscher H.: a. a. O., S. 17.

<sup>76</sup> Vgl. Teuscher H.: Betriebswirtschaft, Einführung in die Problemstellungen und Lösungskonzepte der Betriebswirtschaftslehre, Zürich, 1. Auflage 2006, S. 7 ff..

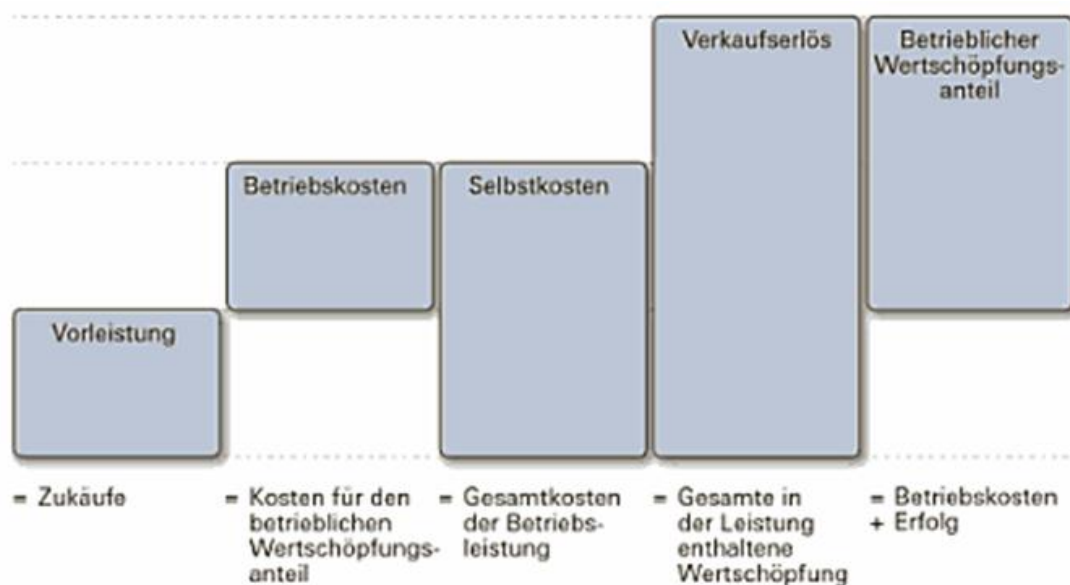


Abb. 3.16: Wertschöpfung.<sup>77</sup>

Auf den ersten Blick ist die Frage, ob eine Betriebsleistung selbst erstellt oder zugekauft werden soll, ein rechnerisches Problem. Können durch den Wechsel vom Eigenprodukt zum Zukauf die Selbstkosten reduziert werden, wirkt sich das positiv auf den Betriebserfolg aus und ist demzufolge ein Schritt in die richtige Richtung.<sup>78</sup>

### 3.5.2 Rechnungswesen

#### *Gliederung*

Die Untergliederung des betrieblichen bzw. betriebswirtschaftlichen Rechnungswesens wird in der Literatur nicht einheitlich vorgenommen. Es existieren einige Gliederungsvorschläge, denen zum Teil unterschiedliche Kriterien, wie betriebliche Funktionen, Rechnungsadressaten oder die im weiteren Verlauf des Abschnitts noch zu beschreibenden Rechnungsgrößen, zugrunde liegen.

Wichtig ist es zwischen externem und internem Rechnungswesen zu unterscheiden. Das externe Rechnungswesen stellt vor allem in der Bilanz sowie der Gewinn- und Verlustrechnung Informationen für nicht dem Unternehmen zugehörige Personen oder Institutionen (z. B. Gläubigern, Anteilseignern, Staat usw.) bereit; es muss bei der Erfüllung dieser Aufgabe eine Reihe von rechtlichen Regelungen (vor allem aus dem Handels- bzw. Unternehmens- und Steuerrecht) beachten. Das interne Rechnungswesen hingegen, dem auch die Kostenrechnung zugeordnet wird, dient der Information für Führungskräfte und anderen Mitarbeitern des Unternehmens; es kann, mit wenigen Ausnahmen, unabhängig von rechtlichen Regelungen gestaltet werden. Die unternehmensexternen und –internen Informationsadressaten stellen unterschiedliche An-

<sup>77</sup> Teuscher H.: a. a. O., S. 17.

<sup>78</sup> Vgl. Teuscher H.: a. a. O., S. 17.



forderungen an die zu übermittelnden Informationen. Aus diesem Grund werden im externen und internen Rechnungswesen zumeist verschiedene, der nachfolgend erläuterten, Rechnungsgrößen verwendet: im externen Rechnungswesen Aufwendungen und Erträge, in der Kostenrechnung als Teil des internen Rechnungswesens hingegen Kosten und Erlöse. Es ist erwähnt worden, dass die Kostenrechnung nur ein Teil des internen Rechnungswesens darstellt. Als weitere Bestandteile werden die der Erfassung von Geldbewegungen dienende Finanzrechnung sowie der Investitionsrechnung als Instrument zur Beurteilung der Vorteilhaftigkeit von Nominalgüter- bzw. Geldeinsätzen angesehen. Diese verwenden in der Regel die Rechnungsgrößen Ein- und Auszahlung (und/oder Einnahmen und Ausgaben).<sup>79</sup>

Eine zusammenfassende Charakterisierung der Teilsysteme des Rechnungswesens enthält die folgende Abbildung:

Rechnungs- system  Rechnungs- merkmale	externes Rechnungswesen		internes Rechnungswesen		
	Bilanzrechnung		Kosten- und Erlösrechnung	Finanz- rechnung	Investitions- rechnung
	Bilanz	Gewinn- und Verlust- rechnung			
Zeitbezug	Zeitpunkt	Zeitraum	Zeitraum	Zeitraum	mehrere Zeiträume
Abbildungs- gegenstand	Güter- bestände	Güter- bewegungen	Güter- bewegungen	Geld- bewegungen	Zahlungswirkun- gen des Nomi- nalgüterereinsatzes
Entscheidungsziel	Periodenerfolg	Periodenerfolg	Periodenerfolg, Stückerfolg	Liquidität	mehrperiodiger Erfolg
Maßausdrücke	Vermögen, Schulden	Erträge, Aufwendungen	Erlöse, Kosten	Einzahlungen, Auszahlungen	Einzahlungen, Auszahlungen

Abb. 3.17: Merkmale der Teilsysteme des Rechnungswesens.<sup>80</sup>

### *Grundbegriffe des betriebswirtschaftlichen Rechnungswesens*

Im Rechnungswesen lassen sich die für ein Unternehmen relevanten Güter- und Zahlungsmittelbewegungen auf vier Ebenen betrachten. Es existieren vier, jeweils einer Ebene zugeordnete Begriffspaare, die als Grundbegriffe oder Rechnungsgrößen des Rechnungswesens bezeichnet werden:

- Einzahlung und Auszahlung,
- Einnahmen und Ausgaben,
- Erträge und Aufwendungen sowie
- Erlöse und Kosten.

Die Begriffe Auszahlung und Einzahlung beziehen sich auf den Zahlungsmittelbestand, d. h. die Summe aus Bar- und Buchgeldbeständen (jederzeit verfügbare Guthaben bei Banken). Einzahlungen stellen einen Zahlungsmittelzufluss dar, sie führen zu einer

<sup>79</sup> Vgl. Götz, U.: Kostenrechnung und Kostenmanagement, 5. Auflage, Heidelberg, 2010, S. 3 f..

<sup>80</sup> Götz, U.: a. a. O., S. 4.

Erhöhung des Zahlungsmittelbestandes. Bei Auszahlung handelt es sich demgegenüber um einen Zahlungsmittelabfluss, durch den der Bestand an Zahlungsmitteln verringert wird. Die Differenz zwischen Ein- und Auszahlung stellt einen Zahlungssaldo dar.

Mit Einnahmen und Ausgaben wird auf das Geldvermögen Bezug genommen. Dieses ergibt sich, indem der Zahlungsmittelbestand um den Saldo aus allen anderen Forderungen und Verbindlichkeiten ergänzt wird:

$$\begin{array}{rcl}
 & \text{Zahlungsmittelbestand} & \\
 + & \text{alle übrigen Forderungen} & \\
 - & \text{Verbindlichkeiten} & \\
 \hline
 = & \text{Geldvermögen} & 
 \end{array}$$

Einnahmen stellen positive, Ausgaben negative Veränderungen des Geldvermögens dar; ihre Differenz ist der Finanzierungssaldo. Im Gegensatz zum Zahlungsmittelbestand werden bei der Betrachtung des Geldvermögens auch Kreditvorgänge miteinbezogen. Daher werden Einnahmen und Ausgaben nicht unbedingt im Zeitpunkt oder –raum der Zahlung (wie bei Ein- und Auszahlungen), sondern vielmehr in dem Zeitpunkt bzw. –raum erfasst, in dem ein Güterzugang oder –abgang von oder nach außen erfolgt. Durch die Kreditvorgänge kann es zu Unterschieden zwischen Einzahlungen und Einnahmen sowie Auszahlungen und Ausgaben kommen. Daraus resultieren jeweils drei verschiedene Konstellationen für die Beziehungen zwischen Einzahlung und Einnahmen sowie Auszahlung und Ausgabe, wie die folgende Abbildung unter Einbeziehung von Beispielen zeigt:<sup>81</sup>

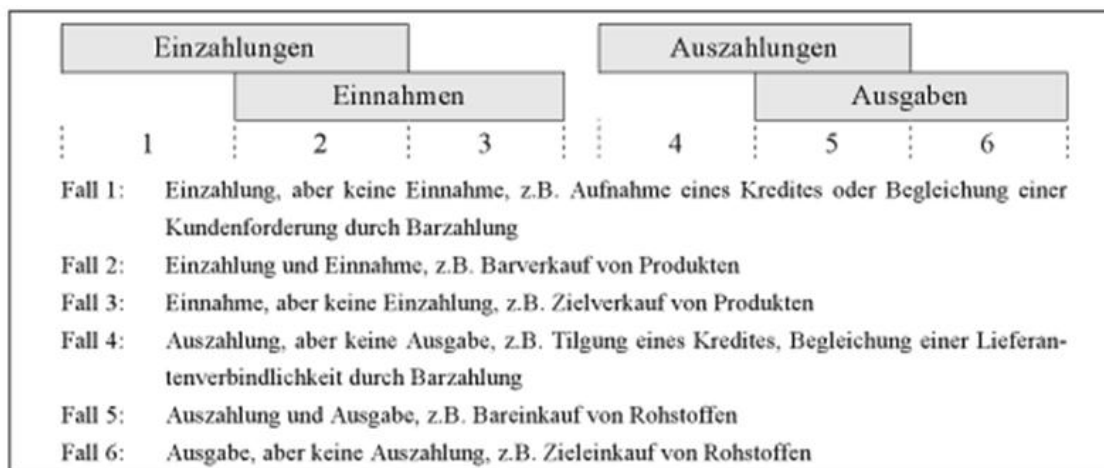


Abb. 3.18: Abgrenzung von Einzahlung und Einnahmen sowie Auszahlung und Ausgaben.<sup>82</sup>

<sup>81</sup> Vgl. Götz, U.: a. a. O., S. 4 f..

<sup>82</sup> Götz, U.: a. a. O., S. 5.

Das Begriffspaar Eingänge und Aufwendungen bezeichnet Veränderungen des Nettovermögens (synonym auch als Reinvermögen bezeichnet), das sich aus dem Geld- und dem Sachvermögen zusammensetzt:

$$\begin{array}{r} \text{Geldvermögen} \\ + \text{ Sachvermögen} \\ \hline = \text{Nettovermögen} \end{array}$$

Erträge sind positive Veränderungen des Nettovermögens und damit Wertzuwächse, Aufwendungen stellen negative Veränderungen des Nettovermögens und damit Wertverzehr dar. Die Differenz aus beiden kann als Erfolg des Unternehmens angesehen werden. Für den Ansatz von Erträgen und Aufwendungen ist nicht der Zeitpunkt (oder -raum) der Bezahlung (wie bei Einzahlung und Auszahlung) maßgeblich, sondern der der Güterentstehung und des Güterverzehr (beispielsweise durch Einsatz im Produktionsprozess). Unterschiede zwischen Einnahmen und Erträge sowie Ausgaben und Aufwendungen werden vor allem durch Lagerbestandsveränderungen hervorgerufen. Dies zeigt die folgende Abbildung.<sup>83</sup>

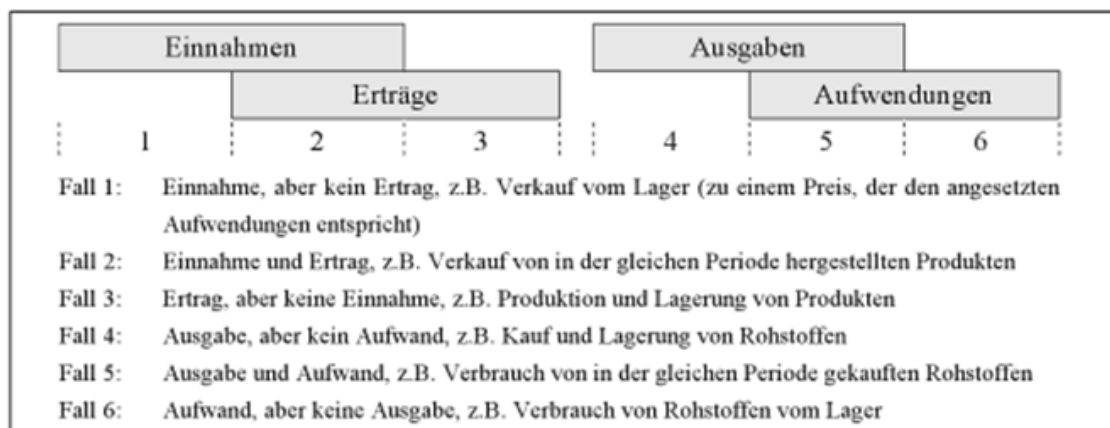


Abb. 3.19: Abgrenzung von Einnahmen und Erträgen sowie Ausgaben und Aufwendungen.<sup>84</sup>

Die Abgrenzung zwischen den bisher betrachteten Begriffspaaren ist zusammenfassend in nachstehender Abbildung dargestellt.

<sup>83</sup> Vgl. Götz, U.: a. a. O., S. 5 f..

<sup>84</sup> Götz, U.: a. a. O., S. 6.

Bestände und ihre Komponenten	Positive Bestandsänderungen	Negative Bestandsänderungen
<div>Kassenbestand + jederzeit verfügbare Bankguthaben = Zahlungsmittelbestand</div>	Einzahlungen	Auszahlungen
<div>Zahlungsmittelbestand + alle übrigen Forderungen - Verbindlichkeiten = Geldvermögen</div>	Einnahmen	Ausgaben
<div>Geldvermögen + Sachvermögen = Nettovermögen</div>	Erträge	Aufwendungen

Abb. 3.20: Abgrenzung der Grundbegriffe des Rechnungswesens.<sup>85</sup>

Zusätzlich sind die in der Kostenrechnung untersuchten Erlöse und Kosten zu charakterisieren und abzugrenzen. Erlöse können als das bewertete Ergebnis des betrieblichen Leistungserstellungs- und –verwendungsprozesses, Kosten als bewerteter, durch den betrieblichen Leistungserstellungs- und –verwertungsprozess bedingter Güterverzehr angesehen werden. Die Differenz aus beiden ist das Betriebsergebnis einer Periode.<sup>86</sup>

Zwischen Erlösen und Kosten sowie Erträgen und Aufwendungen bestehen die folgenden Unterschiede:

- Bestimmte Erträge und Aufwendungen, die sogenannten neutralen Erträge und Aufwendungen, stellen keine Erlöse und Kosten dar:
  - Betriebsfremde Erträge und Aufwendungen, d. h. Wertzuwächse und -verzehre, die sich nicht auf den Haupttätigkeitsbereich (das sogenannte Sachziel) des Unternehmens, die Erstellung und Verwertung bestimmter Güter und Dienstleistungen, beziehen (z. B. Finanz- oder Mieterträge bei einem Industrieunternehmen oder eine Spende für wohltätige Zwecke),
  - Periodenfremde Erträge und Aufwendungen, d. h. Wertzuwächse und -verzehre, die in einer anderen Periode verursacht werden (z. B. eine Rückerstattung oder Nachzahlung für die Kfz-Steuer), sowie
  - Außerordentliche Erträge und Aufwendungen, d. h. Wertzuwächse und -verzehre, die durch einen außerordentlichen Vorgang oder in außerordentlicher Höhe entstehen (z. B. bei einem nicht versicherten Brandschaden in einer Produktionshalle oder bei Begleichung einer bereits abgeschriebenen Forderung durch einen Kunden).
- Es existieren Erlöse und Kosten, die sogenannten Zusatzerlöse und –kosten, die nicht als Erträge und Aufwendungen im externen Rechnungswesen angesetzt werden (dürfen) (ausgehend vom HGB bzw. UGB beispielsweise selbst-

<sup>85</sup> Götz, U.: a. a. O., S. 6.

<sup>86</sup> Vgl. Götz, U.: a. a. O., S. 6 ff..

erstellte immaterielle Güter des Anlagevermögens, Zinskosten für Eigenkapital oder Personalkosten für einen im eigenen Unternehmen arbeitenden Einzelunternehmer).

- Bei bestimmten Vorgängen, die sowohl im externen Rechnungswesen (als Ertrag oder Aufwand) als auch in der Kostenrechnung (als Erlös oder Kosten) erfasst werden, geschieht dies aufgrund der verschiedenartigen Rechnungsziele des externen Rechnungswesens und der Kostenrechnung mit unterschiedlichen Wertansätzen. Als Beispiel hierfür dienen Abschreibungen, bei denen im externen Rechnungswesen maximal vom Anschaffungswert ausgegangen werden darf, während in der Kostenrechnung auch ein eventuell höherer Wiederbeschaffungs- oder Tageswert als Grundlage dienen kann, oder Bestandserhöhung, deren Bewertung im externen Rechnungswesen an spezifische Vorschriften gebunden ist. Die entsprechenden Erlöse und Kosten werden als Anderserlöse bzw. Anderskosten bezeichnet.

Sollen Erlöse und Kosten aus Erträgen und Aufwendungen abgeleitet werden, dann sind zunächst die neutralen Erträge und Aufwendungen zu beseitigen. Die restlichen Erträge und Aufwendungen, der Zweckertrag bzw. Zweckaufwand, werden anschließend unverändert als sogenannte Grunderlöse (z. B. beim Verkauf von Produkten) bzw. Grundkosten (z. B. beim Verbrauch von Rohstoffen) oder mit veränderter Bewertung (Anderserlöse bzw. Anderskosten) übernommen. Abschließend werden die Zusatzerlöse und –kosten hinzugefügt. Für die Anderserlöse bzw. –kosten sowie die Zusatzerlöse bzw. –kosten sind auch die Begriffe kalkulatorische Erlöse oder kalkulatorische Kosten gebräuchlich.<sup>87</sup>

Die Zusammenhänge zwischen Erträgen und Erlöse einerseits sowie Aufwendungen und Kosten andererseits können zusammenfassend in der folgenden Form dargestellt werden.

---

<sup>87</sup> Vgl. Götz, U.: a. a. O., S. 6 ff..

Gesamtertrag			
Neutraler Ertrag	Zweckertrag (Ordentlicher, periodenbezogener, betriebsbezogener Ertrag)		
	Als Erlös verrechneter Zweckertrag	Nicht als Erlös verrechneter Zweckertrag	
	Grunderlöse	Anderserlöse	Zusatzerlöse
		Kalkulatorische Erlöse	
Gesamterlöse			

Gesamtaufwand			
Neutraler Aufwand	Zweckaufwand (Ordentlicher, periodenbezogener, betriebsbezogener Aufwand)		
	Als Kosten verrechneter Zweckaufwand	Nicht als Kosten verrechneter Zweckaufwand	
	Grundkosten	Anderskosten	Zusatzkosten
		Kalkulatorische Kosten	
Gesamtkosten			

Abb. 3.21: Abgrenzung von Aufwendungen und Kosten sowie Erträgen und Erlösen.<sup>88</sup>

Abschließend können als Merkmale des Kostenbegriffs der Güterverzehr, dessen Betriebs- bzw. dessen Sachzielbezug und deren Bewertung herausgestellt werden. Analog dazu treffen für den Erlösbegriff die Eigenschaften Güterentstehung bzw. –erstellung, Betriebsbezug und Bewertung zu.<sup>89</sup>

### 3.5.3 Controlling

Da sich in der Literatur keine einheitliche Definition des Begriffes Controlling etabliert hat, sollen die anschließenden Bestimmungen nur exemplarisch verstanden werden.

Genauso schwierig wie es ist eine einheitliche Definition zu finden, so schwierig ist es auch den Zeitpunkt des Erscheinens festzumachen. Vermutlich wurde der Begriff Controlling erstmalig 1778 in der USA benutzt und zwar im Zusammenhang mit einer

<sup>88</sup> Götz, U.: a. a. O., S. 8.

<sup>89</sup> Vgl. Götz, U.: a. a. O., S. 8.

Instanz, die im amerikanischen Kongress geschaffen worden war, um die rechtmäßige Verwendung von Steuereinnahmen zu kontrollieren.<sup>90</sup>

Im deutschsprachigen Raum wird „Controlling“ oft mit dem Wort „Kontrolle“ verwechselt, was nur teilweise richtig ist; vielmehr leitet sich dieses Wort vom englischen Verb „control“ ab und ist demzufolge mit „lenken, leiten, steuern oder beherrschen“ zu übersetzen.<sup>91</sup>

Das Lehrbuch „Controlling“ von Horváth gilt als eines der führenden Lehrbücher zum Thema Controlling. Horváth definiert darin Controlling als eine Funktion, welche durch die Koordination von Planung, Kontrolle sowie Informationsversorgung die Führungsfähigkeit von Organisationen verbessern hilft.<sup>92</sup>

Controlling versteht sich als: „Planung, Steuerung und Durchführung von strategischen und operativen Planungsobjekten. Kontrolle (Soll-/Ist-Vergleiche) und Fortschreibung der gesamten Planung auf Basis von Abweichungsanalysen, wobei sich der Controller als Navigator bzw. Steuermann des Unternehmens versteht. Erarbeitung von relevanten Basisinformationen aufgrund von laufenden Untersuchungen und internen Daten (Berichtswesen/Reporting). Anwendung von quantitativen Methoden, Verfahren und Modellen (Operation Research). Aufbereitung und Präsentation von Lösungsalternativen z. B. anhand von Investitions- und Wirtschaftlichkeitsberechnungen zur Entscheidungsvorbereitung für die Unternehmensleitung“<sup>93</sup>

Die Abbildung „Der Controlling Prozess“ soll einen Überblick über die zeitliche Abfolge des Controlling-Prozesses geben.

---

<sup>90</sup> Vgl. Krökel, H. G.: Zur Funktion des Controllers im Industriebetrieb der USA, Dissertation, Berlin, 1965, S. 4.

<sup>91</sup> Messinger, H./ Rüdener, W.: Langenscheidts Handwörterbuch, Berlin/München/Zürich, 1975

<sup>92</sup> Vgl. Horváth, P.: Controlling, 6. Auflage, München: Vahlen, 1996, S. 74.

<sup>93</sup> Papmehl, A.: Personal- Controlling, 2., überarbeitete und erweiterte Auflage, Frankfurt a. M., 1999, S. 25.

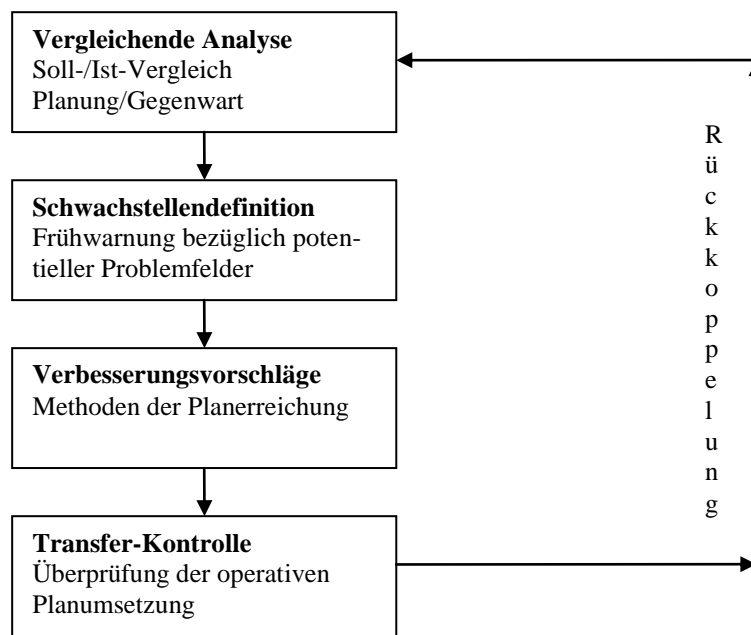


Abb. 3.22: Der Controlling-Prozess.<sup>94</sup>

### 3.5.4 Investitionsrechnung

#### *Einteilung*

Die Investitionsrechnung befindet sich in der wissenschaftlichen Einteilung tief in den Wirtschaftswissenschaften. Hierfür wird die Abbildung „Gliederung der Betriebswirtschaftslehre“ um die notwendigen Begriffe erweitert.

**Finanzwirtschaftslehre** befasst sich zum einen mit der Kapitalbeschaffung oder Finanzierung, die zur Aufgabe hat, das Unternehmen mit dem erforderlichen Kapital zu versorgen und zum anderen mit der Kapitalverwendung oder Investition, die dazu dient, das beschaffte Kapital im Unternehmen einzusetzen.

**Investitionen** sind Auszahlungen für Vermögensteile. Sie beginnen mit den Anschaffungsauszahlungen für das jeweilige Investitionsobjekt, denen laufende Auszahlungen wie z. B. für Löhne und Material folgen.

<sup>94</sup> Eigene Darstellung in Anlehnung an Papmehl, A.: a. a. O., S. 26.



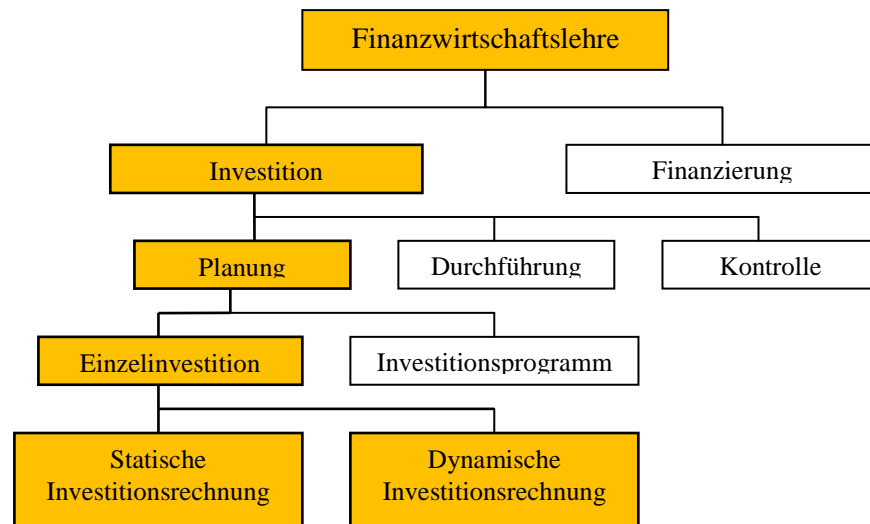


Abb. 3.23: Nähere Gliederung der Einzelinvestition.<sup>95</sup>

**Planung** einer Investition dient der Ermittlung der zukünftigen investiven Erfordernisse und Festlegung der daraus resultierenden Maßnahmen. Sie erfolgt auf der Grundlage der vom Management vorgegebenen Ziele. Dies kann Liquidität, Sicherheit, Rentabilität, sein.

Um zur Planung eines optimalen Investitionsprogrammes zu gelangen, sind zunächst die angestrebten Investitionen planerisch zu optimieren. Dabei kann ein einziges Investitionsobjekt auf seine Vorteilhaftigkeit hin betrachtet werden.<sup>96</sup>

### *Statische Investitionsrechnung*

Statische Modelle berücksichtigen lediglich einen expliziten Zeitabschnitt, der je nach Ausprägung des Modells die Abrechnungsperiode der Buchhaltung oder der Planungszeitraum der Investition sein kann. Zu den statischen Investitionsrechnungen gehören

- die Kostenvergleichsrechnung
- die Gewinnvergleichsrechnung
- die Renditevergleichsrechnung
- die Amortisationsrechnung.

Keines dieser Modelle zielt auf ein Einkommens- oder Vermögensstreben ab, sondern es stehen die Gewinn- und Renditenmaximierung bzw. die Kostenminimierung im Vordergrund. Auch der zeitliche Bezug der Zielsetzung des Investors wird durch die Erfolgsgrößenermittlung für den Zeitraum einer hypothetischen Durchschnittsperiode vernachlässigt.

<sup>95</sup> Eigene Darstellung in Anlehnung an Olfert K./ Rahn J.: a. a. O., S. 14 ff..

<sup>96</sup> Vgl. Olfert K./ Rahn J.: a. a. O., S. 292 ff..

Mit Ausnahme der Amortisationsrechnung, die einen längeren Planungshorizont ins Auge fasst, ermitteln die übrigen Modelle die Vorteilhaftigkeit im Zeitraum eines Durchschnittsjahres.<sup>97</sup>

### *Kostenvergleichsrechnung*

Bei der Kostenvergleichsrechnung werden die für die Investitionsalternative anfallenden Kosten ermittelt und verglichen um die kostengünstigste Investitionsalternative festzustellen.

Die Vorteilhaftigkeit einer Erweiterungsinvestition kann ermittelt werden als:

- **Vergleich pro Periode**, wenn die Leistungsmengen der Investitionsalternativen gleich groß sind.
- **Vergleich pro Leistungseinheit**, welcher erforderlich wird, wenn die Investitionsalternative unterschiedliche Leistungen erbringt.

Die Kostenvorteile beziehen sich jedoch nur auf den Fall, dass die maximale Leistungsmenge auch genutzt wird.

Ergänzend sollte eine Break-Even-Analyse vorgenommen werden, um eine bessere Vorstellung über den zeitlichen Verlauf zu bekommen.

Die Kostenvergleichsrechnung wird in der Praxis gerne eingesetzt, obgleich keine Aussagen über die Rentabilität der Investitionsalternativen erfolgt. Außerdem werden gleich hohe Erlöse aus den Investitionsalternativen unterstellt.<sup>98</sup>

Der **Break-Even-Point**, Kostendeckungspunkt, Gewinnschwellenpunkt, Nutzschwelle oder toter Punkt bezeichnet die in einer Periode produzierte und verkaufte Menge, deren Gesamtkosten durch den Gesamtumsatzerlös gerade gedeckt wird. In dieser Situation entsteht weder Gewinn noch Verlust; das Periodenergebnis beträgt null. Gesamtfixkosten und die Summe aller Deckungsbeiträge sind im Break-Even-Point identisch. Der Break-Even-Point entspricht einer ertragsbezogenen Nullsituation.<sup>99</sup>

### *Gewinnvergleichsrechnung*

Im Gegensatz zur Kostenvergleichsrechnung ermittelt die Gewinnvergleichsrechnung die Gewinne der betrachteten Investitionsalternativen und stellt diese gegenüber. Absolute Vorteilhaftigkeit ist gegeben, wenn etwa der jährliche Reingewinn einer Investition größer Null ist; zieht man die Investition mit maximalem Gewinn vor, spricht man von relativer Vorteilhaftigkeit. Der durchschnittliche Gewinn ergibt sich aus dem Saldo der durchschnittlichen Erlöse und Kosten je Periode.

<sup>97</sup> Vgl. Kruschwitz L.: Investitionsrechnung, 10. Auflage, München, 2005, S.31.

<sup>98</sup> Vgl. Olfert K./ Rahn J.: a. a. O., S. 301 ff..

<sup>99</sup> Vgl. Bartsch Wolf H.: a. a. O., S. 407.

Die Methode ist insbesondere bei Erweiterungsinvestitionen von Interesse, da dort neben der Kostenseite auch die Erlösstruktur wesentlich beeinflusst wird. Die Methode ist jedoch nur begrenzt einsetzbar, da die zu vergleichenden Investitionsalternativen hinsichtlich Nutzungsdauer und Kapitaleinsatz gleich sein müssen.<sup>100</sup>

### *Renditevergleichsrechnung*

Die Renditevergleichsrechnung knüpft an die Gewinnvergleichsrechnung an. Zielgröße hierbei ist jedoch die Rentabilität des eingesetzten Kapitals, die sich aus dem Verhältnis einer Gewinngröße zu einer Kapitaleinsatzgröße ergibt. Sie entspricht der Verzinsung des durchschnittlich gebundenen Kapitals (Beispiel für Kapitaleinsatzgröße) und ist daher auch bei Investitionsalternativen mit unterschiedlichem Kapitaleinsatz anwendbar. Die Gewinngröße ermittelt sich z. B. aus dem durchschnittlichen Investitionsgewinn zuzüglich der durchschnittlichen Zinsen, die sich als Kapitalkosten bei Verzinsung des durchschnittlich gebundenen Kapitals zum Kalkulationszinssatz ergeben („Gewinn vor Zinsen“). Die Addition der Zinsen lässt sich anhand folgendem Vorgehens erläutern: die Kapitalkosten werden bei Gewinnermittlung gewinnmindernd angesetzt, müssen jedoch zur Berechnung des Überschusses wieder hinzugerechnet werden. Der Unterschied zum „Gewinn nach Zinsen“ besteht darin, dass sich die Rendite nur aus dem Gewinn vor Zinsen mit der vom Investor geforderten Mindestverzinsung vergleichen lässt.<sup>101</sup>

### *Statische Amortisationsrechnung*

Bei diesem statischen Verfahren ist die zeitliche Dimension der Investition, konkret die Zeitdauer bis zur Wiedergewinnung der Investitionsausgabe aus den Einnahmenüberschüssen, von Interesse. Die Einnahmenüberschüsse (positiver Cash Flow) ergeben sich hierbei aus dem Periodengewinn zuzüglich der Periodenabschreibungen, da diese bei Ermittlung des Gewinns als Kostenart einfließen, jedoch zur Ermittlung des Cash Flows (Rückfluss) nur tatsächliche Ein- und Auszahlungen einkalkuliert werden. Außerdem wird die Abschreibung in der Amortisationsrechnung durch die Anschaffungsauszahlungen in kumulierter Form bereits berücksichtigt. Zinsen sind nur dann hinzuzuzählen, wenn sie bei Verwendung von Eigenkapital als kalkulatorischer Aufwand, jedoch nicht als tatsächliche Auszahlung in die Gewinnermittlung einbezogen werden.

Die Aussagefähigkeit dieses Modells ist begrenzt: strebt etwa ein Investor einen möglichst großen Gewinn an, so kann die diesem Gewinn zugrunde liegende Investition, beurteilt nach der projektierten Soll-Amortisationsdauer, gegenüber einer anderen Investitionsalternative benachteiligt werden. Daher ist die Amortisationsrechnung nur als ergänzende Beurteilungsmethode zu betrachten.<sup>102</sup>

---

<sup>100</sup> Vgl. Kruschwitz L.: a. a. O., S.33.

<sup>101</sup> Vgl. Kruschwitz L.: a. a. O., S.36.

<sup>102</sup> Vgl. Kruschwitz L.: a. a. O., S.40f.

### *Dynamische Investitionsrechnung*

Dynamische Modelle der Investitionsrechnung versuchen Mängel der statischen Rechenmodelle zu überwinden. Dabei ist hervorzuheben, dass den mehrperiodischen Zielsetzungen des Investors, wie Vermögens- oder Einkommensstreben, durch eine Abbildung der Investitionszahlungsvorgänge als Ein- und Auszahlungen besser Rechnung getragen wird. Als Beispiel diene hier die Anschaffungsauszahlung, die bei einigen statischen Modellen periodisiert in Form der Abschreibung, bei dynamischen Modellen am Anfang der Zahlungsreihe als tatsächlich zu verzinsende Auszahlung angesetzt wird. Zum anderen berücksichtigen dynamische Modelle die zeitliche, meist variable Struktur der Zahlungsvorgänge, was einen entscheidenden Vorteil darstellt. In den folgenden Kapiteln sei auf

- die **Kapitalwertmethode** als Spezialfall des Endwertmaximierungsmodells,
- die **Annuitätenmethode** als Spezialfall des Entnahmemaximierungsmodells und
- die **Methode der internen Zinssätze**

eingegangen, wobei die Herleitung dieser klassischen dynamischen Modelle nicht vollzogen wird.

Grundsätzlich sind einige Prämissen und Annahmen voranzustellen: so werden in der Investitionsrechnung stets tatsächliche Geldflüsse in Form von Ein- und Auszahlungen (Cash Flow), nicht jedoch kalkulatorische Aufwendungen berücksichtigt. Bei Betrachtung der Haben- und Sollzinssätze wird außerdem von einem vollkommenen und unbeschränkten Kapitalmarkt ausgegangen, d. h. der Soll- entspricht dem Haben-Zinssatz und Kapital steht unbegrenzt zur Verfügung. Der daraus definierte kalkulatorische Zinssatz  $i$  weist zudem eine konstante, flache Zinskurve auf.<sup>103</sup>

### *Kapitalwertmethode*

Die Kapitalwertmethode (Nettobarwert-, Discounted Cash Flow Methode) betrachtet den Kapitalwert (Net Present Value, NPV) der Investitionszahlungsreihe als Zielgröße. Hierzu wird das aus Sicht des Investors zu maximierende Endwertvermögen aus Zahlungsströmen  $z$  der Zeitpunkte  $t$  ermittelt und mit Hilfe eines Diskontierungsfaktors auf den gemeinsamen Zeitpunkt  $t=0$  bezogen. Dies entspricht einer Abzinsung der einzelnen Zahlungsströme. Zwischen Kapitalwert und Kalkulationszinsfuß besteht ein enger Zusammenhang, so wird bei höherem Kalkulationszinsfuß der NPV einer Investition geringer. Eine Maximierung des Kapitalwertes entspricht bei vollkommenem Kapitalmarkt gleichzeitig einer Maximierung des Endvermögens.

Bei dieser Methode kann die Betrachtung der Konsumentnahme als Teil der Zahlungsreihe entfallen, da bei Vergleich beider Investitionsalternativen zur Ermittlung der relativen Vorteilhaftigkeit diese als gleich angesehen wird. Im Falle von nicht getätigten Entnahmen ändert sich die relative Vorteilhaftigkeit nicht. Hinsichtlich der absoluten Vor-

<sup>103</sup> Vgl. Kruschwitz L.: a. a. O., S.61.

teilhaftigkeit sei festgehalten, dass Investitionen mit einem Kapitalwert kleiner Null zu unterlassen sind.<sup>104</sup>

### *Annuitätenmethode*

Es ist auch hier unter Zugrundelegung eines vollkommenen Marktes die Wahl des Investitionsvorhabens mit dem größten Kapitalwert vernünftig. Als absolutes Vorteilhaftigkeitskriterium gilt eine Annuität größer Null. Vermögensmaximierung und Einkommensmaximierung sind bei dieser Methode immer komplementäre Ziele.

Die Höhe der Annuität ermittelt sich aus dem NPV und dem so genannten Rentenbarwertfaktor (RBFN).

Üblich ist auch die Darstellung des reziproken Rentenbarwertfaktors, der als Wiedergewinnungsfaktor (Annuitätenfaktor)  $w$  bezeichnet wird. Die Annuität führt bei Beurteilung der absoluten Häufigkeit zum selben Ergebnis wie die Kapitalwertmethode im Falle derselben Nutzungsdauer, dies gilt auch für die relative Vorteilhaftigkeit.<sup>105</sup>

### *Methode des internen Zinssatzes*

Die Methode des internen Zinssatzes ist ebenfalls eine Form, konkret eine Umkehrung der Kapitalwertrechnung. Sie errechnet im Rahmen der Investitionsanalyse den Zinsfuß  $r$ , der sich bei einem Kapitalwert von Null ergibt (interne Verzinsung, Rentabilitätsverzinsung).

Der interne Zinssatz kann als Durchschnittsrentabilität über alle Perioden betrachtet werden und errechnet sich auch als Quotient aus der Summe der periodischen Investitionsüberschüsse und der Summe des gebundenen Kapitals. Die absolute Vorteilhaftigkeit ist gegeben, wenn der interne Zinsfuß größer als eine vordefinierte Mindestverzinsung ist.

Da die Kapitalwertgleichung nach  $r$  aufgelöst wird, ergibt sich für Investitionsvorhaben mit einer Nutzungsdauer durch Beobachtungszeitraum länger als zwei Perioden das Problem, dass die entstehenden Polynome nur mit viel Aufwand zu lösen sind. Bei Lösung dieser Polynome gibt es Fälle von mehrdeutigen, eindeutigen und nichtexistierenden internen Zinssätzen. Ein weiterer Aspekt ist die bei ausschließlicher Betrachtung der Rentabilität nicht berücksichtigte Endvermögensmaximierung, wie sie im Rahmen der Kapitalwertmethode passiert. Aus diesen Gründen wird auch in der Fachliteratur auf die beschränkte Anwendbarkeit dieser Methode hingewiesen.<sup>106</sup>

---

<sup>104</sup> Vgl. Kruschwitz L.: a. a. O., S.66 ff..

<sup>105</sup> Vgl. Kruschwitz L.: a. a. O., S.84-89.

<sup>106</sup> Vgl. Kruschwitz L.: a. a. O., S.107.

### 3.5.5 Wirtschaftlichkeit von IT-Projekten

#### *Kosten in der IT*

Obwohl sich das Potential der Informationstechnologie in den letzten Jahrzehnten vervielfacht und dadurch die Informatik zweifelsfrei an Bedeutung gewonnen hat, hat sich die Tatsache nicht verändert, dass die Informatik primär als Kostenverursacher wahrgenommen wird. Wenn es um die Kosten geht, hat die Informatik ein angeschlagenes Image. Viele Unternehmenslenker assoziieren Informationstechnologie mit einer undurchsichtigen Investition, wobei der Rückfluss in den meisten Fällen fürs Erste ungewiss ist.<sup>107</sup>

#### *Definition „Business Case“*

„Ein Business Case fasst alle entscheidungsrelevanten Aspekte eines geplanten Vorhabens mit dem Ziel zusammen, die wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit und strategische Konformität des Gesamtprojekts aufzuzeigen und eine abschließende Management-Entscheidung über dessen Ausführung zu ermöglichen“<sup>108</sup>

#### *Grundlagen*

Ein Business Case ist ein Szenario zur betriebswirtschaftlichen Beurteilung einer Investition. Auch ein Projekt stellt eine Investition dar und muss deshalb seine Vorteilhaftigkeit gegenüber der Geschäftsleitung unter Beweis stellen. Dies ist auch im Falle eines Asset-Managementsystems relevant. Denn ein IT-Projekt ist mit Ausgaben verbunden. Um den Mitteleinsatz zu rechtfertigen, muss dem Management aufgezeigt werden, welchen Gegenwert („Return“) es von dem Projekt erwarten kann. Hierzu müssen Annahmen hinsichtlich der voraussichtlichen Kosten des Projektes und der mit seinen Ergebnissen erwarteten Ertragsauswirkungen und Einsparungen getroffen werden.

Um diesbezüglich zu fundierten Aussagen zu kommen, sind zunächst die planerischen Grundlagen hinreichend detailliert zu entwickeln, sodass sich die voraussichtlichen Gesamtkosten für das Projekt kalkulieren lassen. Weiters muss durch Faktensammlung und Analyse eine Basis erarbeitet werden, anhand derer verlässliche Abschätzungen hinsichtlich der Nutzenaspekte (Kosteneinsparung und/oder Umsatzerhöhungen) möglich sind. Um konkrete Anhaltspunkte für Entscheidungen zu erhalten wird das erhobene Zahlenmaterial verdichtet. Dies geschieht anhand von aussagekräftigen Kennzahlen, die aus den über mehrere Jahre aufgeschlüsselten Kosten- und Nutzengrößen abgeleitet werden.<sup>109</sup>

<sup>107</sup> Vgl. Brugger, R.: Der IT Business Case, Kosten erfassen und analysieren, Nutzen erkennen und quantifizieren, Wirtschaftlichkeit nachweisen und realisieren, Berlin, 2005, Vorwort.

<sup>108</sup> Brugger, R.: a. a. O., S. 13.

<sup>109</sup> Vgl. Brugger, R.: a. a. O., S. 11 f..

In folgender Grafik sehen Sie die elementaren Bausteine die den Business Case ausmachen:

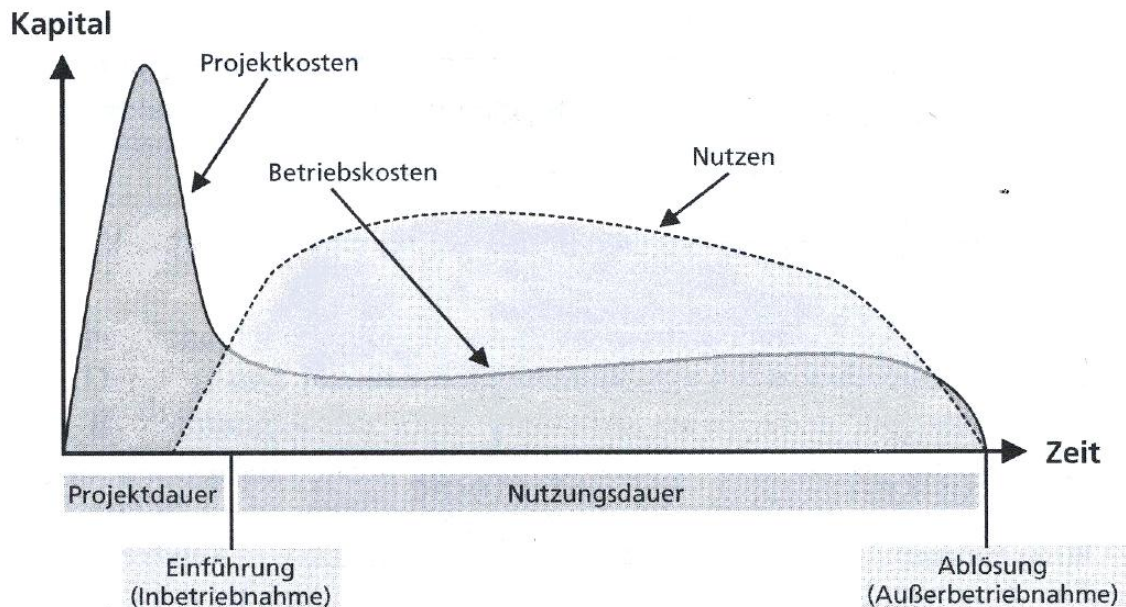


Abb. 3.24: Kosten und Nutzen bestimmen den Wertbeitrag der IT.<sup>110</sup>

Durch einen Business Case entsteht eine detaillierte Dokumentation aller entscheidungsrelevanten Sachverhalte. Im Wesentlichen ergeben sich daraus Antworten zu folgenden Fragen:

- Was sind die betriebswirtschaftlichen Auswirkungen, wenn das Projekt durchgeführt wird? Welche Ausführungsalternativen gibt es und wie beeinflussen diese die Wirtschaftlichkeit des Vorhabens?
- Welche Risiken gibt es, wie werden diese adressiert (Risk-Management) und wie beeinflusst die Wahl von etwaigen Risikoalternativen die Wirtschaftlichkeit bei unterschiedlichen Strategieausprägungen?
- Welchen Beitrag leistet das Projekt zur Erreichung von strategischen Zielen (Strategic-Alignment) und wie verändert sich die Wirtschaftlichkeit bei unterschiedlichen Strategieausprägungen?
- Was passiert, wenn das Projekt nicht durchgeführt wird?

Basierend auf diese Fragestellungen besitzt man bei der Erstellung eines Business Case große Freiheiten. Es gibt keinen Standard für die Beschreibung eines Business Case. Entscheidend ist schlussendlich, dass die Faktenlage fundiert und vollständig erarbeitet und in eine zielgruppengerechte Sprache umgesetzt wird.<sup>111</sup>

<sup>110</sup> Brugger, R.: a. a. O., S.11.

<sup>111</sup> Vgl. Brugger, R.: a. a. O., S. 12 f..

## *Zweck*

Die Aktivitäten der Informatik können dem Unternehmen auf zwei Arten dienen. Sie können einerseits einen Beitrag zur Wertgenerierung leisten (Value Creation) oder andererseits sicherstellen, dass das Unternehmen seine Geschäftstätigkeit überhaupt erst erbringen kann (Value Protection). Bei Aktivitäten, die der Wertsicherung dienen, gibt es keine Entscheidungsfreiheit. Das Unternehmen muss diese Aktivitäten durchführen, wie beispielsweise die Erneuerung einer überalterten und deshalb äußerst störungsanfälligen Gebäude-Netzwerkverkabelung. Diese Aktivitäten haben keinen unmittelbaren Wertschöpfungscharakter und beeinflussen demzufolge das Unternehmensergebnis nicht direkt sondern indirekt. IT-Vorhaben, die zur Wertschöpfung des Unternehmens beitragen, beeinflussen hingegen das Unternehmensergebnis direkt. Sie leisten einen Beitrag. Diese müssen jedoch durch einen Kosten/Nutzen-Vergleich belegt werden.<sup>112</sup>

## *Vorzüge*

Durch Business Case erhält man in einer konsolidierten Form die Entscheidungsgrundlage, um dem Management die Erfolgsaussichten und Nutzenpotentiale hinreichend genau aufzuzeigen. Die Entscheidungsträger verfügen somit über alle relevanten Informationen, um eventuell kritische Punkte zu erkennen und gegebenenfalls Nachbesserungen bzw. Alternativen einzufordern oder um einen Entscheid für oder gegen das Vorhaben treffen zu können.<sup>113</sup>

---

<sup>112</sup> Vgl. Brugger, R.: a. a. O., S. 27 f..

<sup>113</sup> Vgl. Brugger, R.: a. a. O., S. 16.



## 4 Ist Situation

### 4.1 Unternehmen

#### 4.1.1 Unternehmensgegenstand

Das Unternehmen Harrer Schotter und Beton GmbH mit Sitz in Semriach bei Graz wurde 1964 von Josef Harrer gegründet. Unter Einhaltung der einschlägigen Normen und Gesetzen wird Schotter und Beton auf Basis des Dolomit erzeugt und transportiert. Der Betrieb eines Steinbruchs unterliegt sehr umfassenden behördlichen Genehmigungsverfahren und weitreichenden Auflagen, in denen bis hin zur Rekultivierung nach Beendigung des Gesteinsabbaus detailliert Regelungen festgelegt sind.

Die Arbeits-Inspektion gibt für den Betrieb eines Bergbaubetriebes folgende Rechtsvorschriften bekannt: Für den Bergbau gelten im Verwendungsschutz (Arbeitszeit und Arbeitsruhe, Jugendliche) die allgemeinen Arbeitnehmerschutzbestimmungen. Im technischen und arbeitshygienischen Arbeitsschutz gilt grundsätzlich das Arbeitnehmer-Innenschutzgesetz (ASchG) samt Verordnungen.

Daneben gelten aber auch folgende spezielle Bestimmungen für den Bergbau.

#### *Spezielle Bestimmungen für den Bergbau*

Die Tagbauarbeitenverordnung - TAV - wurde mit BGBl. II Nr. 416/2010 kundgemacht und ist am 1. Jänner 2011 in Kraft getreten. Die Verordnung regelt den Schutz der ArbeitnehmerInnen im obertägigen Bergbau und ersetzt damit die "Steinbruchverordnung", BGBl. Nr. 253/1955, sowie die entsprechenden Regelungen der Allgemeinen Bergpolizeiverordnung.

#### *Weitere spezielle Bestimmungen:*

- Bohrarbeitenverordnung - BohrarbV mit Erläuterungen
- Sprengarbeitenverordnung - SprengV mit Erläuterungen
- Verordnung explosionsfähige Atmosphären - VEXAT mit Anhang
- Verordnung über die Fachausbildung der Sicherheitsfachkräfte und die Besonderheiten der sicherheitstechnischen Betreuung für den untertägigen Bergbau - SFK-VO
- Verordnung über die Gesundheitsüberwachung - VGÜ

Auch folgende im Mineralrohstoffgesetz (MinroG) übergeleitete Vorschriften enthalten Arbeitnehmerschutzbestimmungen. Diese gelten für jene Themenbereiche, zu denen ASchG und Verordnungen keine Regelungen treffen:

- Allgemeine Bergpolizeiverordnung (nur mehr Arbeitnehmerschutzvorschriften für Untertagebau)
- Bergpolizeiverordnung über Elektrotechnik

- Bergpolizeiverordnung für die Seilfahrt.<sup>114</sup>

Bei vorhandener und zum Abbau genehmigter Lagerstätte besteht die Prozesskette zunächst aus der Beseitigung eventuell vorhandenen Abraums, danach erfolgt die Gewinnung durch Sprengung. Anschließend wird das verwertbare Gestein zur Aufbereitungsanlage transportiert, in der das Aufgabegut mittels Brecher bzw. Mühlen zerkleinert und über Plansichter (Siebe) klassiert wird.

Es handelt sich in diesem Fall um einen kapitalintensiven und weitgehend automatisierten Betrieb. Die Endprodukte sind (von Ausnahmen abgesehen) Baustoffe, die nach ihrer Korngröße unterteilt werden: Brechsand, Splitt, Edelsplitt, Schotter, Gleisschotter und Wasserbausteine.

Als Edelsplitt werden mehrfach gebrochene Splitte bezeichnet, die insbesondere im qualifizierten Asphalt-Straßenbau, aber auch in der Betonproduktion Verwendung finden.<sup>115</sup>

Im Anhang ist die Produktpalette angeführt.

#### 4.1.2 Anlagenbeschreibung

## Anlagenübersicht

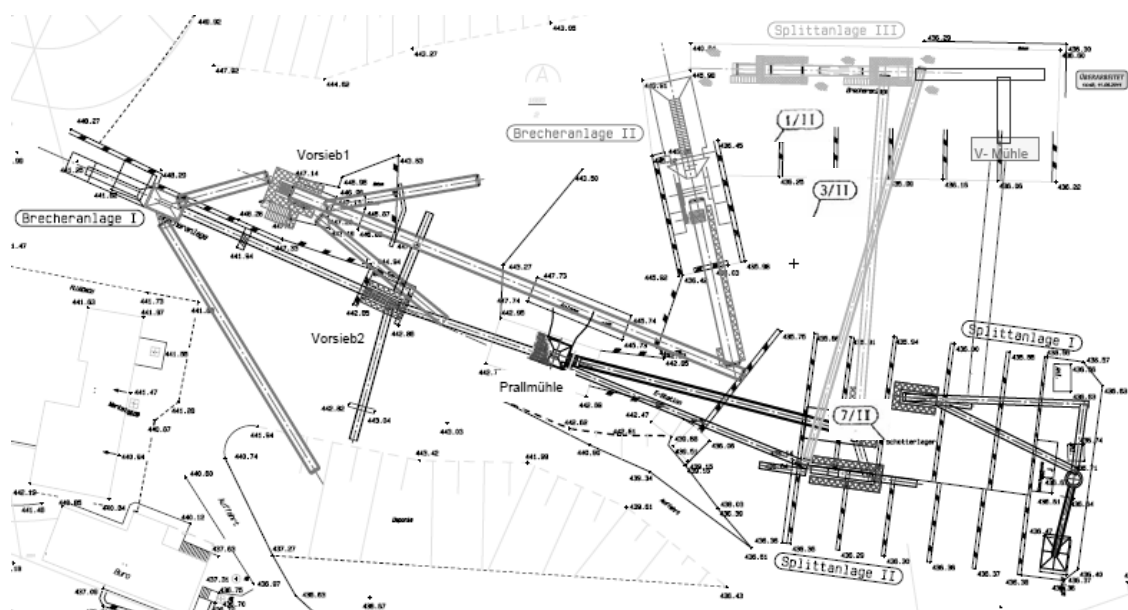


Abb. 4.1: Lageplan.<sup>116</sup>

<sup>114</sup> [http://www.arbeitsinspektion.gv.at/AI/Arbeitsschutz/Bergbau-Besonderheiten/bergbau\\_010.htm](http://www.arbeitsinspektion.gv.at/AI/Arbeitsschutz/Bergbau-Besonderheiten/bergbau_010.htm).

115 Vgl. URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Steinbruch> (abgerufen am 17. Oktober. 2011).

116 Vgl. Herstellerangaben: Harrer Förder- Sieb und Aufbereitungsanlagen.



Abb. 4.2: Übersichtsfoto.<sup>117</sup>

Dieser Lageplan soll zur Übersicht dienen. Im Lageplan sind genau die Anlagen gezeigt, welche für die Arbeit relevant sind. Nicht zu sehen ist die Mischanlage. Im Übersichtsfoto ist der Steinbruch mit der Fallrinne zu sehen. Weiters ist das Bürogebäude (gelb rechts hinten) sowie die Nebengebäude und die Brechanlagen I und II zu sehen. Der Lageplan ist im Anhang nochmals beigefügt.

Um eine stabilere Produktion zu gewährleisten, hat man in den letzten Jahren in die Anlage investiert. Vor den Umbauten hat die Produktion im Wesentlichen aus zwei Linien bestanden. Durch überlegtes Einsetzen von Bandbrücken und kleinen Zwischenverbindungen ist es gelungen viele Redundanzen herzustellen.<sup>118</sup>

Redundante Systeme sind mehrstrangig bzw. mehrkanalig aufgebaut. Im Unterschied zum Prinzip des beschränkten Versagens, bei dem im Fehlerfall das System in einen definierten Zustand gebracht wird, bleibt bei redundanten Systemen die Funktion vorerst voll oder teilweise erhalten.

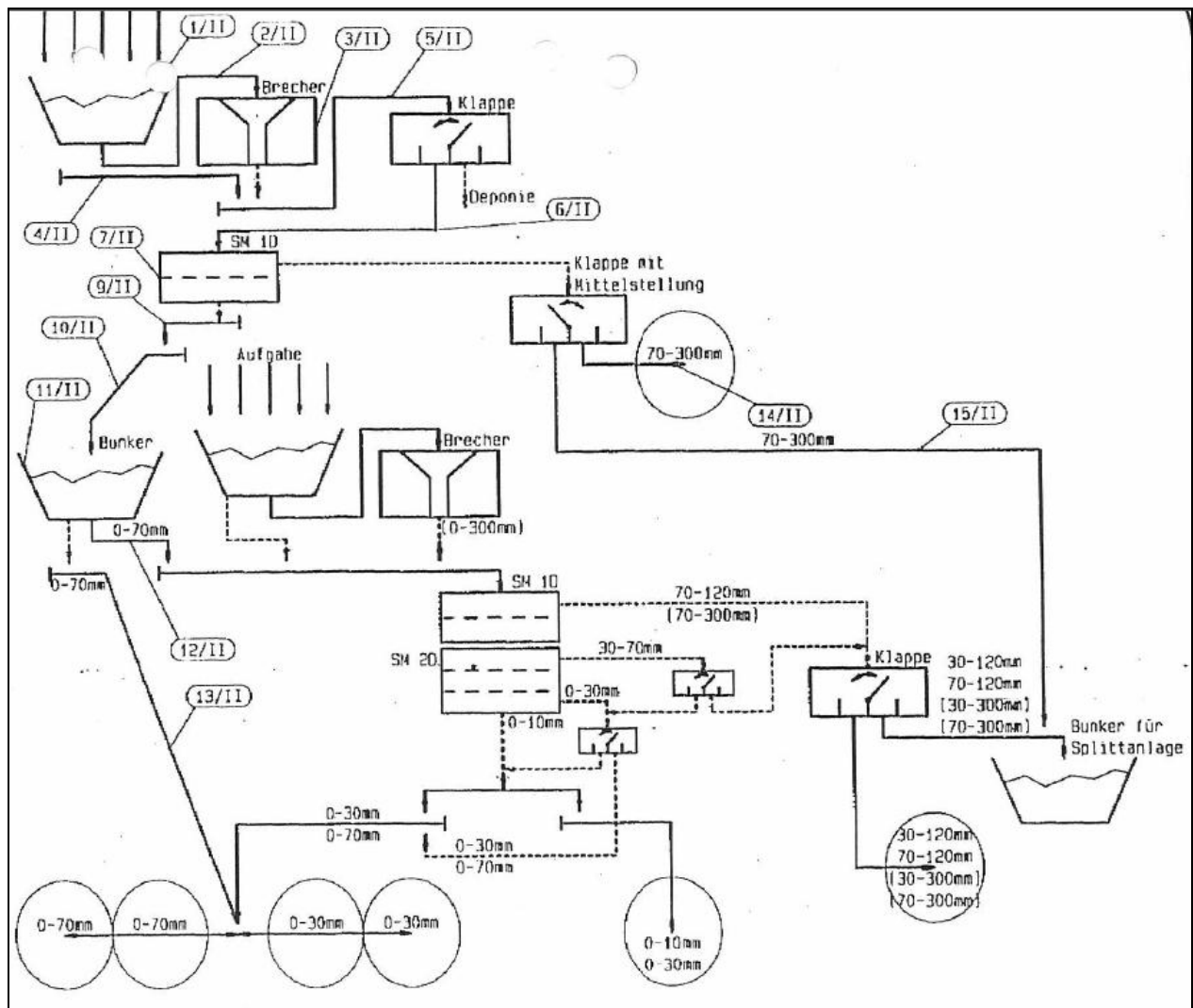
Somit kann man sich die Produktion wie ein Netz mit zwei Brechern, zwei Mühlen, zwei Vorsieben und drei Splittanlagen vorstellen.

Um eine maximale Produktionsleistung erreichen zu können, müssen jedoch alle Anlagenteile funktionieren. Im Normalbetrieb besteht die Produktion aus zwei Linien mit Brecher und einer Linie ohne Brecher. Die dritte Linie ohne Brecher kann mit Material bis 200 mm beschickt werden. Um Engpässe zu überbrücken sind für die dritte Linie Halden angelegt.

<sup>117</sup> Foto aus Abbau-Etage ca. 200 m über Grund.

<sup>118</sup> Vgl. Neudörfer A.: Konstruieren sicherheitsgerechter Produkte, Methoden und systematische Lösungssammlung zur EG-Maschinenrichtlinie, 3. Auflage, Berlin, 2005, S. 161.

## Produktionslinie I und II

Abb. 4.3: Flussbild für Linie I und II.<sup>119</sup>

Der Aufgabebunker Pos. 1/II wird mittels Muldenkipper oder Radlader mit Wandgestein 0-1000 mm beschickt, wie in der nächsten Abbildung zu sehen ist. Das Material gelangt über das Plattenförderband Pos. 2/II in den Backenbrecher Pos. 3/II (Leistung 250-500 t/h), welcher die Korngröße 0-200 mm erzeugt. Das Durchrieselmateriale fällt über einen Zwischenbunker, der unterhalb des Plattenbandes montiert ist in das Förderband Pos. 4/II und von diesem weiter in Förderband Pos. 5/II. Die Förderbänder Pos. 5/II und 6/II transportieren die Korngröße 0-200 mm zur Siebmaschine Pos. 7/II. Diese erzeugt die Fraktionen 0-70 mm und 80-200 mm. Letztere gelangt über das Förderband Pos. 14/II auf Deponie oder mittels Förderband Pos. 15/II retour zur Mühle. Die Körnung 0-70 mm wird mit den Förderbändern Pos. 9/II und 10/II zum Zwischenbunker Pos. 11/II transportiert. Das Material wird nun über das Dosierförderband Pos. 12/II zur

<sup>119</sup> Vgl. Herstellerangaben: Harrer Förder- Sieb und Aufbereitungsanlagen, Zeichnungsnummer: S0013-1.

alten Brecheranlage oder wahlweise mittels Umschaltklappe und Förderband Pos. 13/II auf die Deponie gefördert.

Die Splittanlage I kann mittels Zwischenbunker 11/II oder durch Aufgabe mit Muldenkipper oder Radlader auf den Brecher I beschickt werden. Nach der 3-Decker-Sieb-anlage kann der Materialfluss mittels Klappen auf die unterschiedlichsten Bunker gefahren werden.



Abb. 4.4: Beschickung des Brechers II.<sup>120</sup>

### Technische Daten

Anschließend sind die oben angeführten Positionen beschrieben und mit Anschlussleistung ergänzt.

---

<sup>120</sup> Foto aus Steinbruch.

Tab. 4.1: Technische Beschreibung Brechanlage I und Brechanlage II.

<b>Brecheranlage I</b>		
<b>Position</b>	<b>Bezeichnung</b>	<b>Anschlussleistung</b>
Pos. 1	Aufgabebunker mit Grundgestell	---
Pos. 2	Plattenförderband 1200 A-A 6 m	2,2 KW
Pos. 3	Backenbrecher 1000 x 650	75,0 KW
Pos. 4	Muldenförderband 1000 A-A 33 m u. Abstützung	22,0 KW
Pos. 5	1-Decker-Siebmaschine 3 x 1 m	7,5 KW
Pos. 6	2-Decker-Siebmaschine 4 x 1 m	7,5 KW
Pos. 7	Fachwerkkonstruktion für Siebm., Rutschen und Auslauftrichter	---
Pos. 8	Muldenförderband 1000 A-A 3,5 m reversierbar	3,0 KW
Pos. 9	Muldenförderband 1000 A-A 6 m	3,0 KW
Pos. 10	Muldenförderband 800 A-A 11 m u. Unterstützung	7,5 KW
Pos. 11	Muldenförderband 800 A-A 17 m u. Unterstützung	7,5 KW
Pos. 12	Muldenförderband 800 A-A 19 m u. Unterstützung	7,5 KW
Pos. 13	Umschaltklappe	---
Pos. 14	Muldenförderband 650 A-A 17 m u. Unterstützung	5,5 KW
Pos. 15	Muldenförderband 650 A-A 20 m reversierbar u.	5,5 KW
Pos. 16	Einhausung	---
<b>Gesamtleistung</b>		<b>155,2 KW</b>

<b>Brecheranlage II</b>		
<b>Position</b>	<b>Bezeichnung</b>	<b>Anschlussleistung</b>
Pos. 1	Aufgabebunker mit Grundgestell	---
Pos. 2	Plattenförderband 1400 A-A 8 m, mit Auslauftrichter	18,5 KW
Pos. 3	Backenbrecher 1500 X 950	165,0 KW
Pos. 4	Muldenförderband 500 A-A 10 m	3,0 KW
Pos. 5	Muldenförderband 1400 A-A 25 m Unterstützung und Übergang	22,0 KW
Pos. 6	Muldenförderband 1200 A-A 58m u. Unterstützung	37,0 KW
Pos. 7	1-Decker Siebmaschine 4 X 1,25	9,0 KW
Pos. 8	Fachwerkkonstr. für Siebm., Rutschen, Auslauftrichter und Dach	---
Pos. 9	Muldenförderband 1200 A-A 6,5 m	4,0 KW
Pos. 10	Muldenförderband 1200 A-A 10 m	9,0 KW
Pos. 11	Zwischenbunker 35 m3 mit Klappe U. Grundgestell	---
Pos. 12	Dosierförderband 800 A-A 3 m	4,0 KW
Pos. 13	Muldenförderband 1000 A-A 34 m u. Unterstützung	11,0 KW
Pos. 14	Muldenförderband 1000 A-A 17 m u. Unterstützung	5,5 KW
Pos. 15	Muldenförderband 800 A-A 21,5 m u. Unterstützung	5,5 KW
<b>Gesamtleistung</b>		<b>293,5 KW</b>



## Splittanlagen

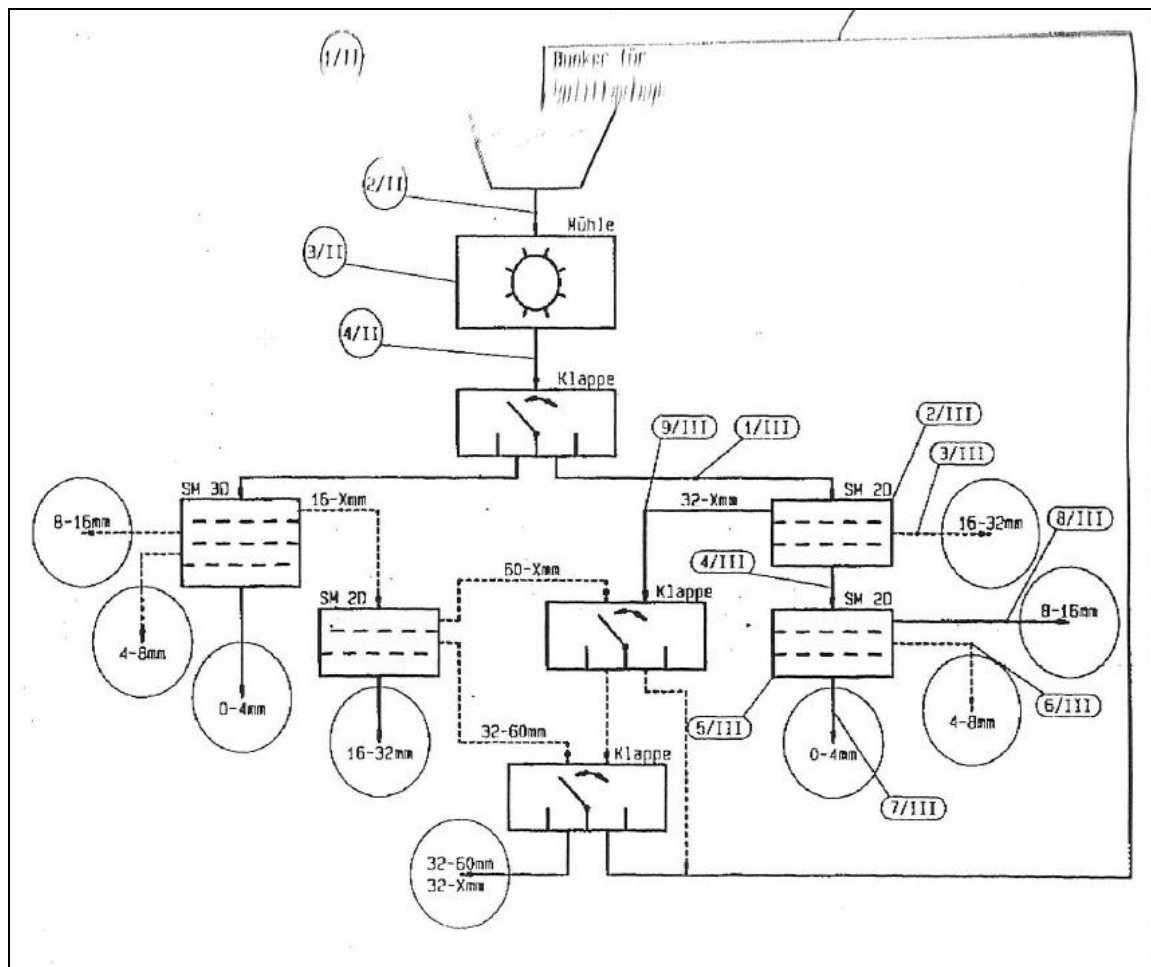
Tab. 4.2: Technische Beschreibung Splittanlage I.

<b>Splittanlage I</b>		
<b>Position</b>	<b>Bezeichnung</b>	<b>Anschlussleistung</b>
Pos. 1	Aufgabebunker mit Grundgestell	---
Pos. 2	Magnetrinne	0,7 KW
Pos. 3	MFB 500 A-A 10 m u. Unterstützung und Einlauftrichter	3,0 KW
Pos. 4	Turbomühle V8	132,0 KW
Pos. 5	Muldenförderband 650 A-A 7 m u. Unterstützung	5,5 KW
Pos. 6	Muldenförderband 500 A-A 20 m u. Unterstützung	4,0 KW
Pos. 7	3-Decker-Siebmaschine 4 X 1 m	5,5 KW
Pos. 8	Fachwerkkonstruktion für Siebmaschine, Rutschen und Auslauftrichter	---
Pos. 9	Muldenförderband 500 A-A 5 m u. Unterstützung	3,0 KW
Pos. 10	Muldenförderband 500 A-A 15 m u. Unterstützung	4,0 KW
<b>Gesamtleistung</b>		<b>157,7 KW</b>

Tab. 4.3: Technische Beschreibung Splittanlage II.

<b>Splittanlage II</b>		
<b>Position</b>	<b>Bezeichnung</b>	<b>Anschlussleistung</b>
Pos. 1	Aufgabebunker mit Grundgestell	---
Pos. 2	Magnetrinne	1,35 KW
Pos. 3	Prallmühle 1000	132,0 KW
Pos. 4	Muldenförderband 800 A-A 35,5 m Unterstützung u. Übergabe-klappe	11,0 KW
Pos. 5	Muldenförderband 650 A-A 6 m u. Unterstützung	4,0 KW
Pos. 6	3-Decker-Siebmaschine 4 x 1 m	7,5 KW
Pos. 7	Fachwerkkonstruktion für Siebmaschine, Rutschen und Auslauftrichter	---
Pos. 8	2-Decker-Siebmaschine 2,5 x 0,88 m	4,0 KW
Pos. 9	Fachwerkkonstruktion für Siebmaschine, Rutschen und Auslauftrichter	---
Pos. 10	Muldenförderband 500 A-A 5 m u. Unterstützung	3,0 KW
Pos. 11	Muldenförderband 500 A-A 5,5 m	3,0 KW
Pos. 12	Muldenförderband 500 A-A 16 m mit Übergabetrichter u. Unterstützung	4,0 KW
Pos. 13	Muldenförderband 500 A-A 9 m u. Unterstützung	3,0 KW
Pos. 14	Muldenförderband 500 A-A 30 m	5,5 KW
<b>Gesamtleistung</b>		<b>178,35 KW</b>

## Produktionslinie III

Abb. 4.5: Flussbild für Linie III.<sup>121</sup>

Der Aufgabebunker Pos. 1/II wird mittels Radlader oder Förderband beschickt (Körnung 80-200 mm). Vom Bunker gelangt das Material über die Magnetrinne Pos. 1/II in die Prallmühle Pos. 3/II (Leistung 120-160 t/h), welche die Korngröße 0-70 mm erzeugt. Das Material wird nun über die Förderbänder Pos. 4/II und Pos. 11/III zur Siebmaschine Pos. 21/III transportiert, welche in 3 Fraktionen trennt. Die Körnung 32-x mm gelangt über Förderband Pos. 9/III. Retourlauf zur Mühle und Körnung 16-32 mm kann wahlweise in die Box oder retour befördert werden. Die Korngröße 0-16 mm wird mit dem Förderband Pos. 4/III zur zweiten Siebmaschine Pos. 5/III gebracht. Diese trennt das Material in die Fraktion 0-4 mm, 4-8 mm und 8-16 mm. Die Körnungen 0-4 mm und 8-16 mm werden mittels Förderbänder Pos. 7/III und 8/III zur Box transportiert. Die Korngröße 4-8 mm gelangt direkt über eine Rutsche in die Box.

Die Aufgabe erfolgt durch Aufgabebunker, Magnetrinne, Prallmühle und MFB 800 35,5 m mit Klappe von Splittanlage II.

<sup>121</sup> Vgl. Herstellerangaben: Harrer Förder- Sieb und Aufbereitungsanlagen, Zeichnungsnummer: S0013-2.



### Technische Daten

Anschließend sind die oben angeführten Positionen beschrieben und mit Anschlussleistung ergänzt.

Tab. 4.4: Technische Beschreibung Splittanlage III.

Splittanlage III		
Position	Bezeichnung	Anschlussleistung
Pos. 1	Muldenförderband 800 A-A 41,3 m und Unterstützung	9,0 KW
Pos. 2	2-Decker-Siebmaschine 4 X 1,25 m	11,0 KW
Pos. 3	Fachwerkkonstruktion für Siebmaschine, Rutschen und Auslauftrichter	---
Pos. 4	Muldenförderband 800 A-A 16.8 m und Unterstützung	5,5 KW
Pos. 5	2-Decker-Siebmaschine 5 X 1,25 m	11,0 KW
Pos. 6	Fachwerkkonstruktion für Siebmaschine, Rutschen und Auslauftrichter	---
Pos. 7	Muldenförderband 1000 A-A 8 m u. Unterstützung	4,0 KW
Pos. 8	Muldenförderband A-A 5 m und Unterstützung	2,2 KW
Pos. 9	Muldenförderband 650 A-A 47,7m U. Unterstützung	5,5 KW
Pos. 10	Bühne und Gitterroste 30 x 6 m	---
Pos. 11	Einhausung	
Gesamtleistung		48,2 KW

### Funktionsbeschreibung der Siebmaschinen Type HSM Exzenter Starrschwinger

Die Siebmaschine Type HSM ist eine mechanisch-zwangsangetriebene Maschine. Und zwar wird durch zwei auf einer starken Welle gelagerte Exzenter die Siebbox in eine kreisförmige Bewegung versetzt. Der Durchmesser des Kreises ist durch die Exzentrizität gegeben. Es ist möglich, spezifisch auf das zu verarbeitende Material mit verschiedenen Exzentern zu arbeiten. Eine Dämpfung der Schwingungsbewegung jeweils an den Enden der Siebbox erfolgt durch Druckfedern. Der Siebboxenantrieb ist in starken Pendelrollenlagern gelagert. Der Antrieb kann sowohl elektrisch als auch hydraulisch erfolgen, je nach Antriebsart. Bei elektrischem Antrieb wird die Siebbox über einen E-Motor mit Turbokupplung, sowie einen Keilriemenantrieb in Bewegung gesetzt. Die Siebe in den einzelnen Decks werden über Siebspanner und Spannspindel in Längsrichtung gespannt. Die Haupt- bzw. Außenlager und Labyrinth gehören mit Wälzlagerfett (EP-Zusatz) bei Stillstand der Anlage geschmiert. Die Siebe sind in längeren Abständen auf Spannung zu kontrollieren. Die Spannung der Keilriemen des Antriebmotors ist ebenfalls laufend zu kontrollieren und gegebenenfalls mit Spannschrauben nachzustellen. Grobe Gewebe (etwa ab 30 mm) müssen mit den beigegeführten Haltebügeln zusätzlich an den Gewebestützträgern befestigt werden. Gewebe die nicht aufliegen, führen zu Flatterbrüchen oder zu Brüchen der Auflagetraversen. Die Halteschrauben der Spannflacheisen müssen nach leichter Druckjustierung gekontert wer-

den. Die freien Schraubenden sind einzufetten, oder auf andere Weise vor Rost zu schützen. Schurren und Bodenwannen müssen etwa 50 mm vom schwingenden Vibratorkörper entfernt angebracht werden. Es ist darauf zu achten, dass die Zugänglichkeit an die Gewebe zum Auswechseln derselben erhalten bleibt. Werden an den Siebmaschinen zusätzliche Teile angebracht (beispielsweise weitere Siebdecks, Rutschen oder Wannen), so wird die übliche Garantie ausgeschlossen. Ebenfalls erlischt die Garantie, wenn ohne Genehmigung des Anlagenherstellers an der Siebmaschine geschweißt wird. Es ist vorteilhaft in allen Fällen wo Schwierigkeiten irgendwelcher Art an den Siebmaschinen auftreten, die Spezialmonteure des Anlagenherstellers anzufordern.<sup>122</sup>

## 4.2 Organisation

In den Betrieben wird über die Fragen, welche Abteilungen es geben soll und welche Aufgaben diese haben sollen, häufig diskutiert. Demgegenüber wird den betrieblichen Abläufen weniger Aufmerksamkeit gewidmet. Dies kann leicht überprüft werden: Bittet man einen Manager oder einen Mitarbeiter eines Unternehmens ein Bild des Betriebs darzustellen, wird er ohne zu zögern ein Organigramm zeichnen. Erkundigt man sich hingegen danach, was die wesentlichen Prozesse des Unternehmens sind, wird der Befragte oft wenig zu sagen wissen bzw. teilweise nicht verstehen, was mit der Frage gemeint ist.

Der wesentliche Grund für die höhere Gewichtung der Aufbau- gegenüber der Ablauforganisation liegt darin, dass die Aufbauorganisation die Interessen der Führungskräfte stärker und unmittelbarer betrifft. Wie „ihre“ Abteilungen ausgerichtet werden und wie ihren Zuständigkeit zugewiesen bzw. „weggenommen“ werden, entscheidet darüber, wer im Betrieb etwas zu sagen hat, welche Karrieremöglichkeiten bestehen, wie die Abteilungsleiter verdienen, ob sie als Zeichen ihrer Bedeutung einen Firmenwagen bekommen usw. Es ist verständlich, dass die Führungskräfte an diesen Fragen, die über die Gestaltung der Aufbauorganisation geklärt werden, am meisten interessiert sind.<sup>123</sup>

Dies hat sich auch in dieser Arbeit gezeigt. Bei der Befragung der Geschäftsleitung über die Organisation gab es, wenn auch nur gedanklich, eine Aufbauorganisation, wie in folgender Abbildung zu sehen. Bis jetzt bestand jedoch nicht die Notwendigkeit sich mit den Zusammenhängen der einzelnen Arbeitsschritte zu befassen.

---

<sup>122</sup> Vgl. Herstellerangaben: Harrer Förder- Sieb und Aufbereitungsanlagen.

<sup>123</sup> Vgl. Rudolf W.: a. a. O., S. 11 f..

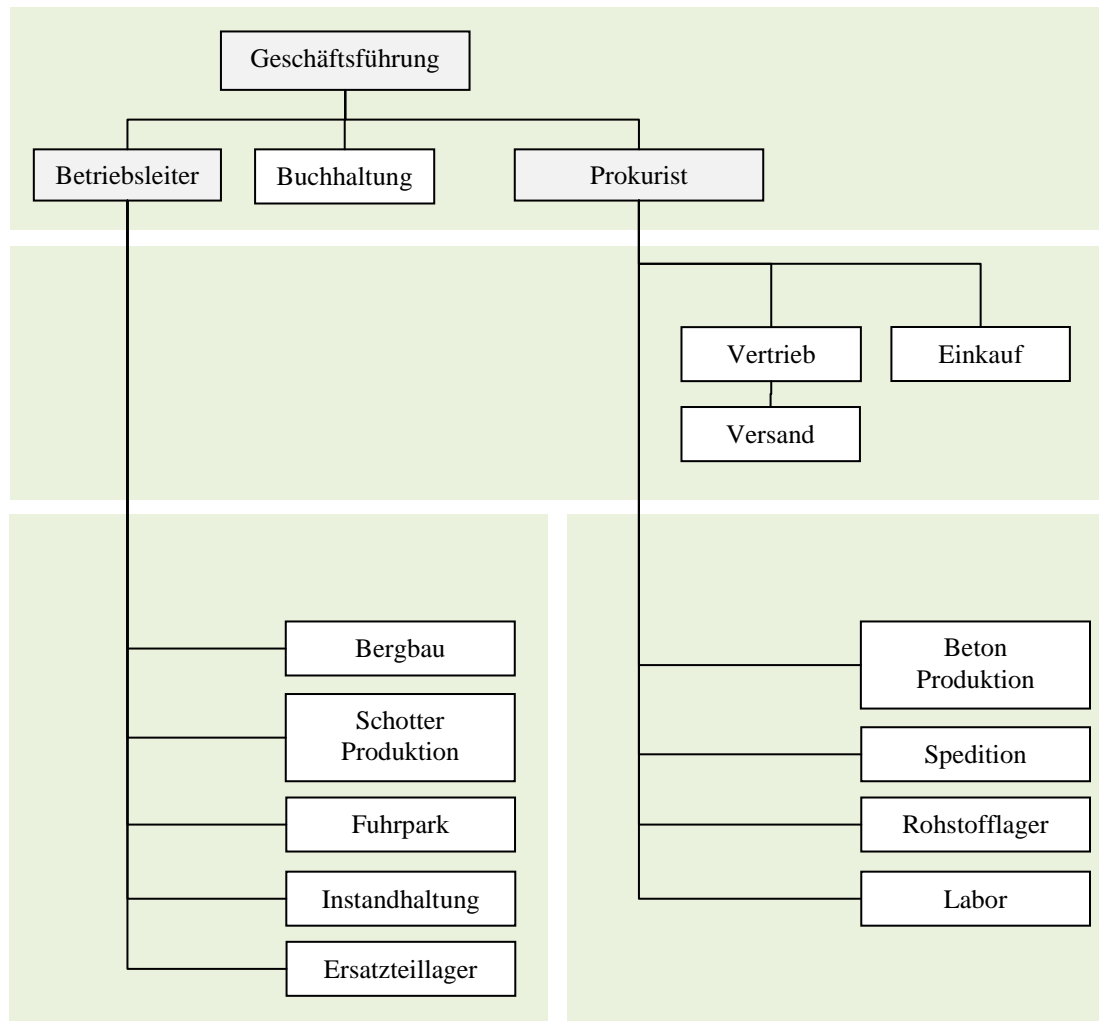


Abb. 4.6: Aufbauorganisation des Steinbruchs Harrer.

In der Literatur finden sich für die Unternehmensführung meist drei-stufige Prozesse. An oberster Stelle steht die langfristige strategische Grundsatzplanung, in deren Rahmen das Leitbild, die Vision formuliert wird. Danach folgt die taktisch-mittelfristige Planung (drei bis fünf Jahre), die durch operativ-dispositive Planung konkretisiert wird.<sup>124</sup>

Im Wesentlichen besteht die Geschäftsleitung aus dem Geschäftsführer und einem Prokuristen, die sich in allen taktischen und strategischen Entscheidungen gegenseitig unterstützen. Dazu gehören beispielsweise Investitionsentscheidungen die sich vom Fuhrpark über Anlagenerweiterung und Anlagenumbau erstrecken. Des Weiteren werden die Personalentscheidungen gemeinsam getroffen. Um die Frage der strategischen Ausrichtung im Auge zu behalten, ist es erforderlich sich regelmäßig über die Produktpalette und deren Preispolitik abzustimmen.

Im Operativen teilt sich die Unternehmensführung die Verantwortungen nach Fachgebieten. Im wirtschaftlichen Bereich werden die Buchhaltung und das Rechnungswesen

<sup>124</sup> Vgl. Rietz St.: Geschäftsprozesse im Projektmanagement, Best Practices der Implementierung, Hamburg, 2009, S. 191.

vom Geschäftsführer begleitet. Der Prokurist kümmert sich um den Vertrieb, den Versand und um den Einkauf. Der Bereich Produktion teilt sich in Schotter und Betonherstellung.

## **4.3 Instandhaltungsmanagement**

### **4.3.1 Instandhaltungsstrategie**

Die meisten Instandhaltungsmaßnahmen werden erst nach Eintreten einer Störung gesetzt, was zu bedeuten hat, dass vorwiegend auf korrektive Maßnahmen gesetzt wurde. Da das Unternehmen keine durchgängige Kostenrechnung hat, gibt es nur wenige Daten zu den Aufwendungen in der Instandhaltung.

#### *Aufgabenerteilung*

Die Instandhaltungsmitarbeiter haben die gesamte Instandhaltungsverantwortung über einen ihnen zugewiesenen Anlagenbereich. Dies reicht von Schmierarbeiten und geht bis zur Ersatzteilwirtschaft.

Eine wesentliche Rolle in der Instandhaltung übernimmt der Anlagenhersteller „Harrer Förder- Sieb- und Aufbereitungsanlagen GmbH“. Der Anlagenhersteller übernimmt die Großrevisionen. Weiters werden teilweise Ersatzteile für den laufenden Betrieb bereitgestellt.

### **4.3.2 Herstellervorschriften**

Die zugehörigen Schmiervorschriften befinden sich im Anhang.

Die Wartung, Instandhaltung und Bedienung der Anlage darf nur durch entsprechend unterwiesenes Personal erfolgen.

Arbeiten an Brechern-, Mühlen-, Förderbändern und Siebmaschinen, wie Reinigung, Austausch von defekten Teilen und Schmierung, dürfen nur bei Stillstand der jeweiligen Anlage erfolgen.

Es ist dafür Vorsorge zu treffen, dass die Inangangsetzung der Anlage während Reparatur und Wartungsarbeiten auf keinen Fall möglich ist. (Absprache mit Personal und Kennzeichnung mit Hinweistafel am Schaltpult, sowie Betätigung des Not-Aus-Schalters).

Während des Betriebes hat sich außer dem Bedienungsmann am Schaltpult des Vorbrechers kein Personal in unmittelbarer Nähe der Sieb- u. Brechanlage aufzuhalten. (Automatischer Betrieb der Anlage).

## *Förderbänder Type MFB*

Zur klaglosen Funktion der Anlage sind nachfolgend angeführte Kontrollen sowie die Schmieranleitung zu befolgen.

### Tägliche Sichtkontrolle:

- Sitz und Zustand der Schutz- und Sicherheitseinrichtungen
- Geradelauf des Fördergurtes
- Gängigkeit und Sauberkeit von den Trommeln, den Trag- bzw. Rücklaufrollen, sowie den Gurtreinigern
- Materialfluss an den Übergabestellen
- Freigängigkeit des Gurtlaufes

### Wöchentliche Sichtkontrolle:

- Antriebseinheit auf Funktion, Geräusch und Temperatur
- Lagerung der Trommel
- Sauberkeit der Antriebselemente
- Ölstand im Getriebe
- Zustand der Trommelgummierung
- Spannstation (Zustand der Spanneinrichtungen, der Umlenktrommel und deren Lagerung sowie Gurtspannung)
- Rollen (Beschädigung von Stütz- u. Pufferringen sowie Lagerung)
- Aufgabetrichter und Gossen sowie Leitbleche und Gossengummi auf Verschleiß und Beschädigung
- Abwurfhauben und Schurren - Abnutzung der Bleche
- Gurtreiniger (Funktion und Abnutzung)
- Gurt und Platten (Risse, Brüche, Verschleiß)

## Sicherheitsvorschriften

Der Gurt darf im eingeschalteten Zustand nicht betreten bzw. berührt werden. Die Schutzvorrichtung bei Einlaufgasse, Antriebstrommel usw. darf nicht entfernt werden. Ebenso darf es bei demontiertem Schutz nicht eingeschaltet werden. Das Hineingreifen in irgendwelche Teile des Förderbandes im eingeschalteten Zustand ist zu unterlassen und erfolgt auf eigene Verantwortung. (Keine Wartungs- und Reinigungsarbeiten während des Betriebes).

Weiters wird auf die Sicherheitsvorschriften der ÖNORM M 9700 verwiesen. Diese sind im Anhang zu finden.

## Bandspannen und Einrichten

Geschieht mittels Spannstation (Zug- oder Druckspindelspannvorrichtung) am unteren Ende des Förderbandes. Spannvorgang: Muttern auf Gewindespindel M 24 oder M 30 nach links oder rechts drehen, Umlenktrommel mit Spannvorrichtung bewegt sich nach

vorn oder hinten, Gurt wird somit eingestellt, gespannt bzw. gelockert. Die obere Antriebstrommel kann durch Lagerbock (falls nötig) nachjustiert werden. Über Langlochverstellung der Rollenbügel kann das Band durch Obergurt- und Untergurtrolle ebenfalls nachjustiert werden.

### Abstreifer

Der Pflugabstreifer befindet sich vor der Umlenktrommel und drückt von innen nach außen auf den Gurt (pfeilförmig). Der Abstreifdruck ist mittels Spannelement und Schraubenbefestigung einstellbar. Beide Abstreifgummis sind durch Klemmleisten nachstellbar.

### Schmierung

Alle Förderbandrollen sind wartungsfrei. An Antriebs- und Umlenktrommel sind je zwei Schmiernippel an den Lagerböcken angebracht. Die Schmierung erfolgt ausschließlich nur bei Stillstand der Anlage.

### Aufstellung

Förderbänder müssen genau waagrecht aufgebaut werden. Die Achse d. h. die Antrieb- und Umlenktrommel ist auszurichten. Bei Getrieben sind wenn nötig vor Betrieb die Entlüftungsschrauben ordnungsgemäß anzubringen. Schmierung der Lager (Intervalle, Schmiermenge und Fetteigenschaft) laut Schmierplan.

### Anschluss der Elektromotoren

- Motor auf Betriebsspannung schalten. Schaltbild im Deckel des Klemmbrettes beachten.
- Zum Schutz des Motors gegen 2-Phasenlauf oder Überlastung ist unbedingt ein Motorschutzschalter oder Schutz mit Motorschutzrelais zu verwenden.
- Vorzuschaltende Sicherungen nur als Kurzschlusschutz bzw. als Grobsicherung des Motors.
- Motoren sind für direkten Anlauf ausgelegt und anzuschließen.
- Anschluss nur von einem Fachmann vornehmen lassen; Einschlägige VDE-Vorschriften sind zu beachten.

### Seilzugschalter

Es sind über Kabel betätigter Nothalt zu verwenden.

### Empfehlungen:

Vorgesehenes Kabel: XY2-CZ30ii Max. Länge: 15 m Kabeldurchmesser: 2,5 mm mit Mantel von 3,2 mm Typ: verzinkter Stahl mit roter Ummantelung Dehnungskoeffizient  $\leq 0,7 \text{ mm/m}$  bei  $\Delta -60^\circ\text{C}$

### Anbringung:

1. Gerät fest auf einer steifen Unterlage anbringen. (a) Gewindebohrungen für Stopfbuchse 13: CM12 oder PG13 oder 1/2 NPT oder M20 x 1,5
2. Den/die Kabelhalterung/en (falls vorhanden) an einem oder mehreren steifen Element(en) befestigen. Bei einer Kabellänge > 10 m muss stets eine Kabelhalterung verwendet werden.
3. Feder an der letzten Halterung befestigen.
4. Kabelende an der Feder befestigen.
5. Kabel durch ggf. vorhandene Halterungen führen.
6. Kabel auf die richtige Länge zuschneiden: Die Länge muss so bemessen sein, dass eine ordnungsgemäße, mindestens 1,5-fache Umwicklung möglich ist.
7. Kabel auf dem Spanner anbringen.
8. Einstellmutter soweit drehen, bis der Zeiger zentriert ist (b): Zeiger - (c): zulässiger Betriebsbereich.
9. Spannen, lockern und Vorgang wiederholen.
10. Stellung des Zeigers überprüfen, wenn nötig erneut zentrieren. (d): grün - (e) gelb.
11. Zum Lockern des Kabels mit dem Finger auf den Spannring drücken, dann die Mutter lockern bis die gewünschte Spannung des Kabels erreicht wird. Elektrische Anschlüsse des Geräts: Anschlussklemmen mit Bügelschrauben, min. 1x0,5 mm<sup>2</sup>, max. 1x25 mm<sup>2</sup> oder 2x1,5 mm.

### *Siebmaschinen Type HSM Exzenter Starrschwinger*

#### Tägliche Sichtkontrolle

- Sitz und Zustand der Schutz- und Sicherheitseinrichtungen
- Zustand und Spannung der Siebe
- Schmierung der Lager (Schmiermenge und Fetteigenschaft laut Schmierplan)
- Verstopfung der Siebe durch nasses Material
- Freigängigkeit der Auslaufschurren und Trichter
- ordnungsgemäßer Sitz der Befestigungseinheit für Spannflacheisen

#### Wöchentliche Sichtkontrolle

- Antriebseinheit auf Funktion, Geräusch und Temperatur
- Sauberkeit der Antriebselemente
- Spannung und Zustand der Keilriemen
- Verschleißerscheinung der Einlauf-, Auslauf- und Wandbleche
- Kontrolle der Aufhängeeinheit (Megi-Ringe)

- Zustand der Spannspindel und Gabelköpfe
- Beschaffenheit der Siebauflagengummi

### Sicherheitsvorschriften

Die HSM darf im eingeschalteten Zustand nicht betreten bzw. berührt werden. Die Schutzvorrichtungen an Antrieb und Schwungmassen dürfen nicht entfernt werden. Ebenso darf die Maschine bei demontiertem Schutz nicht eingeschaltet werden. Das Hineingreifen in Teilen der HSM im eingeschalteten Zustand ist zu unterlassen und erfolgt auf eigene Verantwortung.

Außerdem wird auf die Sicherheitsvorschriften der ÖNORM M 9700 verwiesen. Diese sind im Anhang zu finden.

### Allgemeines

Die Siebmaschine Type HSM ist eine mechanische-zwangsangetriebene Maschine, und wird durch zwei auf einer Welle gelagerte Exzenter in eine kreisförmige Bewegung versetzt. Der Durchmesser des Kreises ist durch die Exzentrizität gegeben. Es ist möglich, spezifisch auf das zu verarbeitende Material mit verschiedenen Exzentern zu arbeiten. Eine Dämpfung der Schwingungsbewegung jeweils an den Enden der Siebbox erfolgt durch Druckfedern.

Der Siebboxenantrieb ist mit Pendelrollenlagern gelagert. Der Antrieb kann sowohl mechanisch als auch hydraulisch erfolgen, je nach Antriebsart. Bei mechanischem Antrieb wird die Siebbox über einen E-Motor mit Turbokupplung, sowie einen Keilriemenantrieb in Bewegung gesetzt.

Die Siebe in den einzelnen Decks werden über Siebspanner und Spannspindel in Längsrichtung gespannt.

Die Haupt- bzw. Außenlager und Labyrinth gehören mit Wälzlagerfett (EP-Zusatz) bei Stillstand der Anlage geschmiert. Die Siebe sind in längeren Abständen auf Spannung zu kontrollieren. Die Spannung der Keilriemen des Antriebmotors ist ebenfalls laufend zu kontrollieren und gegebenenfalls mit Spannschrauben nachzustellen.

Grobe Gewebe (etwa ab 30 mm MW) müssen mit den beigegeführten Haltebügeln zusätzlich an den Gewebestützträgern befestigt werden. Gewebe die nicht aufliegen, führen zu Flutterbrüchen, oder zu Brüchen der Auflagetraversen. Die Halteschrauben der Spannflacheisen müssen mit nach leichter Druckjustierung durch Kontermuttern gesichert werden. Die freien Schraubenden sind einzufetten, bzw. vor Rost zu schützen.

Schurren und Bodenwannen müssen etwa 50 mm vom schwingenden Vibratorkörper entfernt angebracht werden. Es ist darauf zu achten, dass die Zugänglichkeit an die Gewebe zum Auswechseln derselben erhalten bleibt.

Werden an den Siebmaschinen zusätzliche Teile angebracht (beispielsweise weitere Siebdecks, Rutschen oder Wannen), so wird die übliche Garantie ausgeschlossen.



Ebenfalls erlischt die Garantie, wenn ohne unsere Genehmigung an der Siebmaschine geschweißt wird. Es ist vorteilhaft in allen Fällen wo Schwierigkeiten irgendwelcher Art an den Siebmaschinen auftreten, die Spezialmonteure des Anlagenherstellers anzuordern.

### Aufstellung der Maschine

- Die Siebmaschine Type HSM mit Grundrahmen muss waagrecht aufgebaut werden. Die Achse d. h. die Antriebswelle ist auszurichten.
- Die Neigung des Siebkörpers muss 13-15° betragen.
- Schmierung der Lager (Intervalle, Schmiermenge, Fetteigenschaft lt. Schmierplan)
- Die erste Schmierung der Lager u. Labyrinth ist nach 30 Betriebsstunden vorzunehmen.

### Anschluss der Elektromotoren

- Motor auf Betriebsspannung schalten. Schaltbild im Deckel des Klemmbrettes beachten.
- Zum Schutz des Motors gegen 2-Phasenlauf oder Überlastung ist unbedingt ein Motorschutzschalter oder Schütz mit Motorschutzrelais zu verwenden. (Relais auf Motornennstrom einschalten - siehe auch Typenschild am Motor)
- Vorzuschaltende Sicherungen nur als Kurzschlussschutz bzw. als Grobsicherung des Motors.
- Motoren sind für direkten Anlauf ausgelegt und anzuschließen.
- Anschluss nur von einem Fachmann vornehmen lassen; Einschlägige VDE-Vorschriften sind zu beachten.

### *Brecheranlagen*

#### Tägliche Sichtkontrolle

- Füllstandsmenge im Fettbehälter der Zentralschmieranlage
- Sitz und Zustand der Schutz- u. Sicherheitseinrichtungen

#### Wöchentliche Kontrolle

- Spannung und Zustand der Keilriemen
- Verschleißerscheinungen des Einlauf- und Auslautkastens
- Verschleißerscheinungen der Brechbacken
- Kontrolle der Zentralschmieranlage
- Brechspalteinstellung
- Inhalt der verbrauchten Fette in den Auffangtassen<sup>125</sup>

---

<sup>125</sup> Vgl. Herstellerangaben: Harrer Förder- Sieb und Aufbereitungsanlagen.

## 5 Soll Situation

### 5.1 Bedeutung/Möglichkeit Outsourcing

#### 5.1.1 Konzentration der Unternehmen auf die Kernkompetenzen

Im Folgenden werden mögliche Gründe für ein Outsourcing beleuchtet.

Durch die Konzentration der Unternehmen auf die Kernkompetenzen, in der Regel Entwicklung, Produktion und Vertrieb, wurden andere Organisationen und Leistungsbe-  
reiche der Unternehmen, wie eben auch die Instandhaltung, hinsichtlich eines mögli-  
chen Outsourcings auf den Prüfstand gestellt. Mit Unterstützung externer Spezialisten  
von Unternehmensberatungen und von Instandhaltungsdienstleistern wurden detaillier-  
te Beratungen, Untersuchungen und Benchmarks in den Unternehmen durchgeführt  
und auf die jeweilige Unternehmenssituation ausgerichtete Konzepte mit Verbesse-  
rungspotential, Lösungsansätzen und Entscheidungsvorschlägen ausgearbeitet.<sup>126</sup> Der  
Begriff „Benchmark“ kommt ursprünglich aus der Topographie und lässt sich mit  
„Richtwert“, „Kennzahl“ oder „Orientierungsgröße“ übersetzen.<sup>127</sup>

Die grundlegenden unternehmensinternen Überlegungsaspekte vom Beginn eines  
Outsourcing-Projektes waren dabei:

- Gehört die Instandhaltung mittel- bzw. langfristig zum Kerngeschäft?
- Erfordern Veränderungen in der Fertigungstiefe, im Produktportfolio und im  
Produktionsprozess eine erhöhte Flexibilität in der Instandhaltung?
- Was soll im Fall eines Outsourcings mit dem bisherigen Personal erfolgen?
- Gibt es grundsätzlich Übereinstimmung zwischen der Unternehmensleitung,  
den Betroffenen und dem Betriebsrat zu den geplanten Veränderungen?
- Zwingt der Wettbewerb im Markt zu einem noch konsequenteren Kostenma-  
nagement?
- Erfordert die Minimierung des Life-Cycle-Costs eine bessere und dynamischere  
Planung?
- Führen konjunkturelle und saisonbedingte Schwankungen im Kerngeschäft zu  
größeren Über- bzw. Unterlastungen in der Produktion mit Auswirkungen (Re-  
aktionszeit, Kapazität, Qualifikation, Budget, Effizienz, Strategie, Personalrisiko)  
auf die Instandhaltung? (...wie in folgender Abbildung dargestellt)
- Sollen hohe Ausfallkosten und teure Folgeschäden bei Maschinenausfällen  
durch eine weitere Dynamisierung der Instandhaltung vermieden werden?
- Besteht Bereitschaft für eine mittel- bzw. langfristige Vertragsbindung und Liefe-  
rantenpartnerschaft?

<sup>126</sup> Vgl. Reichel J., Müller G., Mandelartz J.: a. a. O., S. 259.

<sup>127</sup> Vgl. Ester B.: Unternehmensführung und Logistik, Benchmarks für die Ersatzteillogistik, 1. Aufla-  
ge, 2007, S. 10.

- Steigen die Anforderungen an die Arbeits- und Betriebssicherheit und ergeben sich aus den Qualitäts- und Umweltzielen höhere Anforderungen an die Instandhaltung?<sup>128</sup>

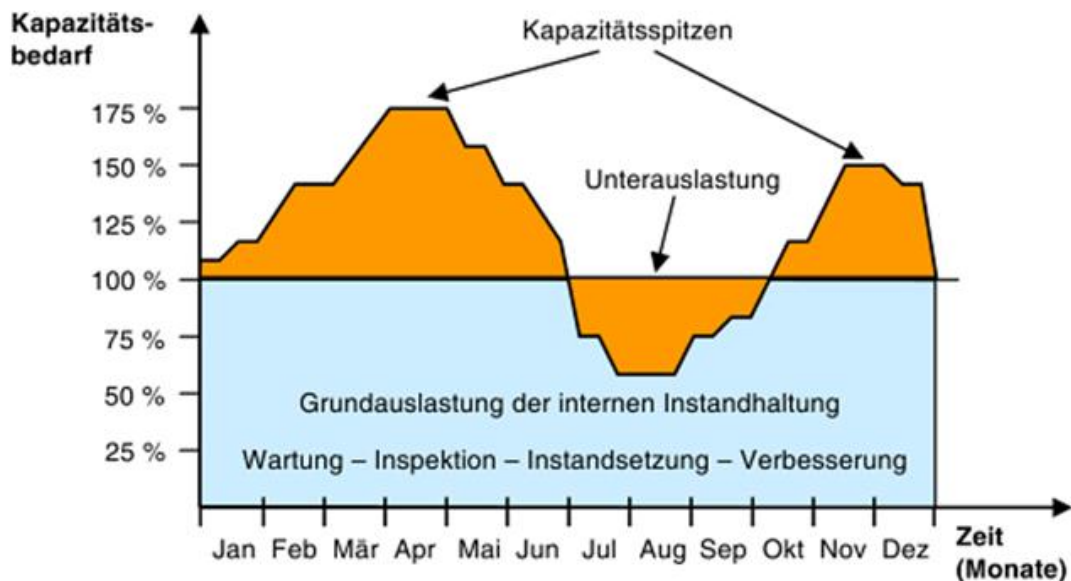


Abb. 5.1: Über- bzw. Unterauslastung der internen Instandhaltung.<sup>129</sup>

Nachdem dazu Entscheidungen getroffen waren, konnte die eigentliche Projektarbeit beginnen. Die zeitnahe, offene und ehrliche Information der von dem konzipierten Outsourcing betroffenen Mitarbeiter und Führungskräfte ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor. Den richtigen Partner zu finden und ein gemeinsames Projektteam zu bilden, war die nächste, nicht immer leichte Aufgabe. Der Projekterfolg hing wesentlich davon ab.

Für eine erfolgreiche Projektarbeit waren u. a. grundsätzlich wichtig, dass:

- Eine gemeinsame Vision vorhanden ist,
- Die Ziele (wirtschaftlich, organisatorisch, zeitlich, etc.) exakt fixiert und in einem Lastenheft/Pflichtenheft dokumentiert wurden,
- In Abhängigkeit von den langfristigen Geschäftszielen das künftige Kerngeschäft klar formuliert wurde,
- Partnerschaft aller Beteiligten (Produktion/Anlagenbediener/interne und externe Instandhaltungsdienstleister/ Anlagenhersteller/ Lieferanten) gepflegt wurde,
- Vertrauen, Verantwortungs- und Innovationsbereitschaft vorhanden waren,
- Die Bereitschaft bestand, alles Bisherige in Frage zu stellen,
- Die Beteiligten für neue Lösungen offen waren und
- Stabile, mittel- und langfristige Lösungen angestrebt wurden.

In den Outsourcing-Projekten wurden neben detaillierten unternehmensspezifischen Zielen im Regelfall nachfolgende übergeordnete Ziele unabhängig vom Wirtschaftszweig verfolgt:

<sup>128</sup> Vgl. Reichel J., Müller G., Mandelartz J.: a. a. O., S. 259.

<sup>129</sup> Reichel J., Müller G., Mandelartz J.: a. a. O., S. 260.

- Flexibler Einsatz der Ressourcen, Sicherung eines nachhaltigen Ressourcen-Managements,
- Sicherung einer auf die Prozesse zugeschnittenen, differenzierten und flexiblen Instandhaltungsstrategie,
- Umwandlung der Fixkosten in variable Kosten.<sup>130</sup>

### 5.1.2 Instandhaltungsnetzwerke

Der Begriff Netzwerk hat sich in den letzten 20 Jahren sowohl im herkömmlichen Gebrauch als auch in der Theorie zu einem Modebegriff *par excellence* entwickelt, der über die verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen hinweg verwendet wird.<sup>131</sup>

Technische und methodische Veränderungen bei der Bearbeitung von Instandhaltungsaufträgen prägen das Bild in der Praxis. Parallel hierzu findet eine Diskussion statt, welche organisatorischen Konzepte den Innovationsprozess in der Instandhaltungslogistik am besten unterstützen. Dabei kristallisieren sich immer öfter Netzwerkstrukturen heraus, die zur Wertschöpfung in der Instandhaltung beitragen und über den Produktionsprozess hinaus eine Bündelung von Kern- und Problemlösungskonzepten in den in-direkten Bereichen zur Erregung von gemeinsamen Synergieeffekten anstreben.

Durch Austauschprozesse entstehen Verbindungen zwischen den Netzwerkpartnern. Die Beziehungen zwischen den Netzwerkpartnern sind wechselseitig abhängig, da kein Instandhaltungsunternehmen isoliert von einem anderen agiert. Instandhaltungsnetzwerke haben eine integrative Funktion: Sie verbinden Akteure, also Instandhaltungsunternehmen und die dort beschäftigten Personen, die einzelne oder mehrere Netzwerkpartner kontrollieren. Damit stellt sich die Frage, wie die einzelnen Netzwerkkomponenten, Akteure, Aktivitäten und Ressourcen, über ein logistisches Netzwerk so zusammengefügt werden können, dass für die Partner ein gegenseitiger nachweisbarer Vorteil entsteht.

Gemeinsamer Nenner von Vernetzungsprozessen ist der Versuch, neue Marktanforderungen durch eine Verknüpfung von inner- und überbetrieblichen Systemen der Leistungserstellung zu bewältigen und die in dieser Verknüpfung liegenden Rationalisierungspotenziale zu entfalten. Dabei entstehen durchaus unterschiedliche Formen von Unternehmensnetzwerken.

In der theoretischen Debatte über Netzwerkbildung lassen sich zwei Positionen unterscheiden. Von der ersten werden Netzwerke in einem fortlaufenden Kontinuum zwischen markt- bzw. vertragsvermittelten Beziehungen und hierarchischer Organisation angeordnet und von der zweiten werden Netzwerke als eigenständige organisatorische Form gesehen. Die erste, auf der Transaktionskostentheorie beruhende, Variante betrachtet Netzwerke als eine Form des nicht mehr Markt bzw. Vertrag, aber zugleich noch nicht Hierarchie bzw. Organisation. In der zweiten theoretischen Variante werden Netzwerke als eine Organisation eigenen Rechts, eine organisatorische Steigerungs-

<sup>130</sup> Vgl. Reichel J., Müller G., Mandelartz J.: a. a. O., S. 260.

<sup>131</sup> Vgl. Kröll A.: Interorganisationale Netzwerke, Nutzung Sozialen Kapitals für Markteintrittsstrategien, 1. Auflage, Wiesbaden, 2003, S. 11.

form analysiert. Danach dringen Marktprinzipien in die Ressourcenallokation der Organisation und umgekehrt Organisationsprinzipien in die Marktallokation ein. Zweck dieser gegenseitigen Durchdringung ist es, Fehler reiner Markt- wie rein hierarchischer Allokation zu vermeiden. Das Netzwerk soll die Verlässlichkeit und Dauerhaftigkeit von hierarchisch koordinierten Beziehungen in Organisationen haben, zugleich aber auch die Flexibilität und niedriger Transaktionskosten des reinen Marktaustauschs. In der sozialwissenschaftlichen Debatte werden insbesondere zwei Netzwerktypen stark diskutiert: sog. pyramidale Netzwerke mit einem fokalen Unternehmen an der Spitze sowie horizontale Netzwerke ohne ausgeprägtes Steuerungszentrum.<sup>132</sup>

### **5.1.3 Anwendbarkeit in KMUs**

Gerade in KMUs sollte man sich über die Möglichkeiten des Outsourcings informieren. Ob und welche Aufgaben von außen übernommen werden sollen, hängt stark von der Größe des Unternehmens ab. In diesem Falle würde es sich während und nach der Reorganisation empfehlen sich durch externes Know-how begleiten zu lassen. Der Change-Prozess ist sehr schwierig umzusetzen und erfordert hochqualifizierte Fachleute. Im laufenden Betrieb würde es sich empfehlen, jährliche Sitzungen mit externen Fachleuten einzuberufen, wo Daten ausgewertet und Strategien festgelegt werden.

## **5.2 Zustandsabhängige Instandhaltung**

### **5.2.1 Anwendungshäufigkeit**

Aktuelle Studien zeigen, dass sich die zustandsabhängige Instandhaltung in Unternehmen mit steigender Tendenz etabliert. So wenden 65 % der befragten Industrieunternehmen laut einer Umfrage von SKF eine zustandsorientierte Instandhaltung seit sieben Jahren an.<sup>133</sup>

SKF ist eine weltweit tätige Unternehmensgruppe unter Leitung der AB SKF in Schweden. Das Unternehmen wurde im Jahre 1907 gegründet und ist zurzeit einer der weltweit führenden Hersteller von Lager und Lagereinheiten, Dichtungen, Mechatronik-Bauteilen, Schmiersystemen und damit verbundene Dienstleistungen.<sup>134</sup>

Als Vorteil werden von den Unternehmen die Verringerung von Umsatzausfällen durch Stillstandszeiten und die Reduzierung von Instandhaltungskosten genannt, wobei das erste Kriterium bei der Einführung entscheidend ist.

Bisher werden überwiegend nachfolgende Verfahren realisiert:

- Schwingungsdiagnose bei 39 % der Unternehmen
- Thermographie bei 33 % der Unternehmen

---

<sup>132</sup> Vgl. Schenk M.: a. a. O., S. 95 f..

<sup>133</sup> Vgl. Schenk M.: a. a. O., S. 126.

<sup>134</sup> Vgl. Holstein A.: Entwicklung eines Konzeptes zur verbrauchsorientierten Energieverrechnung in der SKF GmbH, 1. Auflage, Norderstedt, 2010, S. 6.

- Stromaufnahmemessungen bei 17 % der Unternehmen
- Ölqualitätsüberwachung bei 14 % der Unternehmen
- Druckluftverbrauchsmessungen bei 14 % der Unternehmen

Die Ergebnisse der Einführung einer zustandsorientierten Instandhaltung lassen sich kurz - wie folgt - zusammenfassen:

- Bessere Planbarkeit von Stillstandszeiten bis zu 39 %
- Reduzierung unnötiger Reparaturen und Demontagen um 14 %
- Steigerung der Effizienz in der Instandhaltung um 11 %
- Erhöhung der wartungsfreien Maschinenlaufzeit um 19 %
- Reduzierung der Zeiten für Fehlersuche um 17 %
- Verringerung von Produktionsausfällen wegen ungeplanter Maschinenstillstände um 21%
- Verringerung von Instandhaltungskosten ebenso um 21 %

Allgemein wird eingeschätzt, dass noch viele Potenziale der zustandsorientierten Instandhaltung dadurch verschenkt werden, dass viele Methoden nicht durchgängig angewendet werden. Die Gründe dafür liegen meist in den hohen Investitionskosten für die erforderlichen Geräte.

Für 35 % der Unternehmen ist die Zustandserhebung entweder technisch zu komplex oder zu teuer. Als weiteres Hemmnis bei der Einführung werden die Verdrahtung, Netzwerkeinbindungen sowie der hohe Aufwand der Datenerhebung über Betriebsdatenerfassungssysteme angesehen.

Um die Komplexität von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen in technischen Anlagen für den Anwender aus dem Bereich der Instandhaltung überschaubar zu gestalten und den Aufwand für die Datenerfassung dadurch zu reduzieren, können weitgehend bereits vorliegende Daten für die Bewertung des Zustandes verwendet werden.

## 5.2.2 Bestandteile und Voraussetzung

Die Einführung der zustandsorientierten Instandhaltung lässt sich in mehrere Bestandteile untergliedern wie in folgender Abbildung (auf der nächsten Seite) zu sehen. Die Basis bildet eine Anlagenstruktur sowie ein funktionales Modell der Anlage. Dieses ist erforderlich, um verschiedene Betriebsarten der Anlage beschreiben zu können. Auf der Grundlage des Anlagenmodells werden anschließend Soll- bzw. zu erwartende Zustände definiert und Soll- Merkmale festgelegt, an denen diese Zustände erkannt werden können.<sup>135</sup>

---

<sup>135</sup> Vgl. Schenk M.: a. a. O., S. 126 ff.

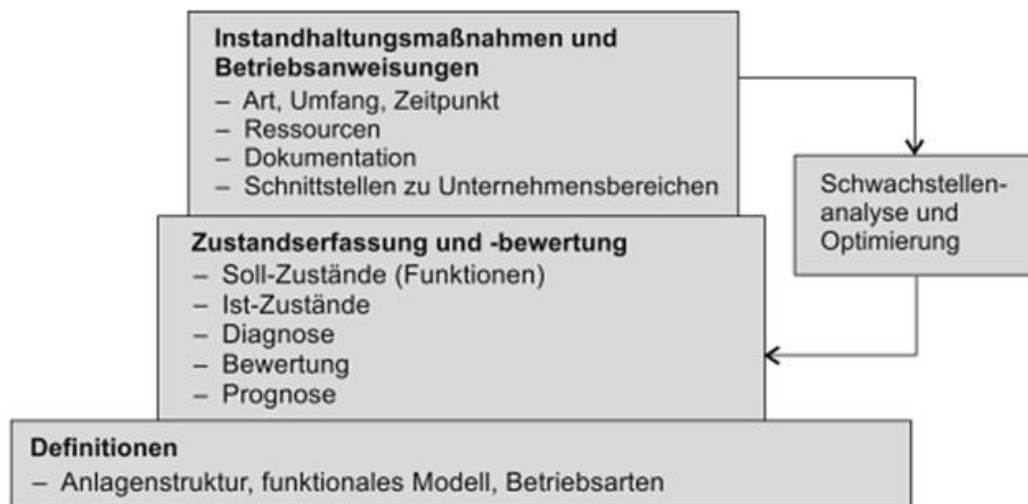


Abb. 5.2: Bestandteile zustandsorientierter Instandhaltung nach VDI 2888.<sup>136</sup>

Um Abweichungen feststellen zu können müssen Ist-Merkmale erfasst werden. Dabei ist zu klären, welche Messtechnik aus dem Bereich der technischen Diagnose dazu eingesetzt werden soll. Die Ist-Werte werden dann mit den hinterlegten Soll-Werten verglichen. Die Diagnose übernimmt die Aufgabe, eine erkannte Fehlerart einem Fehlerort und einer Ursache zuzuordnen, eine Beurteilung des Zustandes vorzunehmen und die Auswirkungen zu analysieren. Daran schließt sich eine Prognose zur erwartenden Zustandsveränderung, wie z. B. der Restnutzugsdauer, an. Diese wiederum bilden die Grundlage für Betriebsanweisungen und/oder Instandhaltungsmaßnahmen. Nach deren Ausführung treten deren Auswirkungen wiederum in den Soll-/Ist-Vergleich der zustandsbestimmenden Parameter auf und werden entsprechend interpretiert. Parallel dazu laufen Prozesse zur Schwachstellenanalyse und Anlagenverbesserung.

Für folgende Abbildung wurde eine andere Darstellung der Bestandteile einer zustandsorientierten Instandhaltung gewählt, die Vorgehensweise deckt sich im Wesentlichen mit der Beschreibung der VDI-Richtlinie 2888.<sup>137</sup>

<sup>136</sup> Schenk M.: a. a. O., S. 127.

<sup>137</sup> Vgl. Schenk M.: a. a. O., S. 127 f..

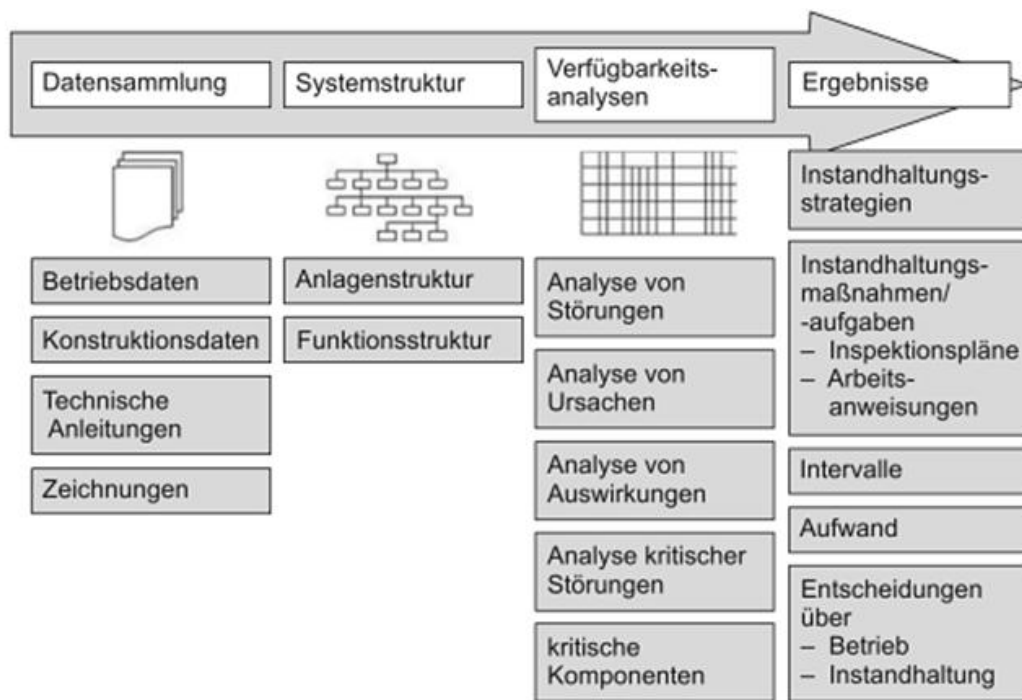


Abb. 5.3: Funktionen und Bestandteile einer zustandsorientierten Instandhaltung nach Bandow.<sup>138</sup>

Die zustandsabhängige Instandhaltung ist auch für KMUs eine gute Vorgehensweise um ihre Anlagen besser kennenzulernen. Nur wenn man die Stärken und Schwächen seiner Anlage kennt ist man in der Lage ein Optimum aus selbiger zu holen. Es ist jedoch darauf zu achten, dass man seine Möglichkeiten nicht übersteigt. So sollte man sich die Frage stellen, wie man mit den bestehenden Mitteln den Anlagenzustand überwachen kann. Sehr großes Potential bieten hierfür die Mitarbeiter. Das können Instandhaltungsmitarbeiter, aber auch Produktionsmitarbeiter sein. Denn sie kennen die Maschinen am besten und können oft sehr genau sagen, in welchem Zustand sich die Komponenten befinden. Wo man jedoch ansetzen muss ist bei der Dokumentation. Wenn es zur Dokumentation keine Vorgaben gibt, werden sich die Daten im Nachgang nicht auswerten und analysieren lassen. Außerdem ist es fraglich, ob Mitarbeiter von sich aus die Notwendigkeit der Zustandsdokumentation erkennen.

Das Unternehmen hat bereits einige Schritte für die zustandsabhängige Instandhaltung gesetzt. Durch die strukturierten Rundgänge, welche für die unterschiedlichen Intervalle festgelegt wurden, wird sich in Zukunft ein schärferes Bild des Anlagenzustandes zeichnen lassen.

<sup>138</sup> Schenk M.: a. a. O., S. 128.



## 5.3 Prozessorganisation

### 5.3.1 Bedeutung Prozessorganisation

Im Folgenden werden Probleme beschrieben, die mit der Vernachlässigung der Prozesse in einer funktionalen Aufbauorganisation verbunden sind.

#### *Prozessergebnisse*

Die mangelhafte Auseinandersetzung mit den Prozessen führt dazu, dass es kaum klare und verbindliche Absprachen darüber gibt, wie zu liefernde Prozessergebnisse auszusehen haben. Aufgrund dessen wissen die Mitarbeiter, die einen Prozess ausführen, oft nicht oder nur vage, wozu die von ihnen bereitgestellten Prozessergebnisse eigentlich gebraucht werden. Die unmittelbare Folge ist, dass die Anforderungen der Empfänger der Prozessergebnisse nicht erfüllt werden und diese deshalb nicht zufrieden sind. Unter diesen Bedingungen ist ein reibungsloses Ineinandergreifen der Prozesse nicht möglich.<sup>139</sup>

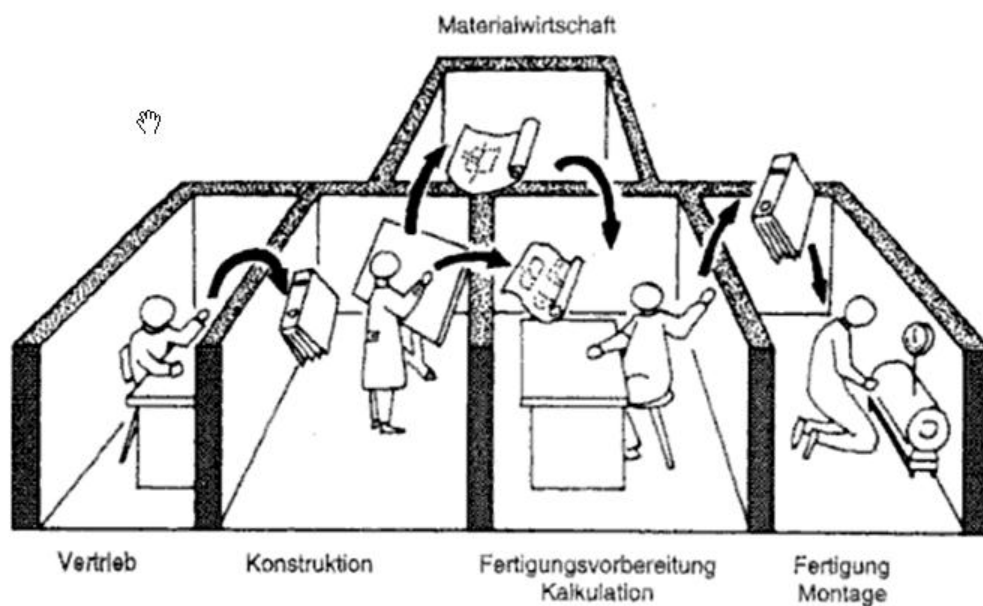


Abb. 5.4: Aufbauorganisation eines Fertigungsunternehmens.<sup>140</sup>

Die hiermit verbundene Problematik wird oft mit dem Bild (wie oben zu sehen) von den geistigen Mauern zwischen den Abteilungen des Unternehmens veranschaulicht, über die alle Abteilungen ihre Arbeitsergebnisse werfen, ohne sich dafür zu interessieren, was mit diesen weiter geschieht. Der Ressortegoismus, der in dem Bild von den Mauern zum Ausdruck kommt, besteht darin, dass jede beteiligte Organisationseinheit darum bemüht ist, die für sie geltenden Zielsetzungen möglichst gut auszuführen (im Ver-

<sup>139</sup> Vgl. Rudolf W.: a. a. O., S. 12 f..

<sup>140</sup> Rudolf W.: a. a. O., S. 13.

trieb hohe Absatzzahlen, in der Fertigung eine hohe Auslastung der Betriebsmittel, im Einkauf günstige Beschaffungspreise usw.). Leider ist es nicht so, dass es auch für einen Prozess insgesamt das Beste ist, wenn jede der an ihm beteiligten Organisationseinheiten ihre Zielsetzung möglichst konsequent verfolgt. Eher ist das Gegenteil der Fall. Der Grund dafür ist, dass die Interessen der Abteilungen teilweise gegensätzlich sind. Wenn eine Abteilung ihre Belange erfolgreich durchsetzt, kann dies auf Kosten anderer Abteilungen gehen. Die Konsequenz für den Prozess ist, dass in seinem weiteren Verlauf ggf. für die anderen Abteilungen Schwierigkeiten entstehen und der Prozess insgesamt unzulänglich durchgeführt wird.

Ressortegoismus ist in einer funktionalen Aufbauorganisation aufgrund der Interessengegensätze zwischen der Abteilung unvermeidbar. Eine unzureichende Auseinandersetzung mit den Prozessen führt dazu, dass die verschiedenartigen Interessen der an den Prozessen beteiligten Organisationseinheiten nicht erkannt und insofern auch nicht ausgeglichen werden können. Insofern wird auch nichts dafür getan, das Problem des Ressortegoismus zu vermindern.

### *Prozessschritte*

Eine ganz wesentliche Folge mangelhafter Beschäftigung mit den Prozessen liegt darin, dass die Reihenfolge der Schritte, aus denen die Prozesse bestehen, nicht durchdacht sind, sondern sich im Laufe der Zeit irgendwie ergibt.

Die Folge der Prozessschritte ist deshalb oft ungünstig, teilweise werden überflüssige Prozessschritte durchgeführt, während auf der anderen Seite sinnvolle Schritte fehlen. Manchmal würden Prozessschritte besser in umgekehrter Reihenfolge stattfinden. Häufig werden Schritte nacheinander vollzogen, obwohl eine parallele Durchführung möglich wäre.<sup>141</sup>

Aufgrund dieser Mängel werden Prozessschritte nicht unbedingt so durchgeführt, dass die gewünschten Ergebnisse auf dem optimalen Weg erreicht werden. Die Prozesse sind fehleranfällig, langsam und unnötig aufwendig.

### *Informationstechnische Unterstützung*

Um Prozessschritte ausführen zu können, benötigen die Beteiligten Informationen. Eine optimale Ausführbarkeit der Prozesse setzt voraus, dass die benötigten Informationen vorhanden sind und rechtzeitig zur Verfügung stehen.

Die unzureichende Auseinandersetzung mit den Prozessen ist damit verbunden, dass die informationstechnische Unterstützung nicht gut auf die Prozesse abgestimmt ist und dadurch die Prozessdurchführung holprig und fehleranfällig wird. Beispiele dafür sind, dass Informationen im Prozessverlauf auf verschiedene Informationsträger gebracht werden müssen (z. B. von Papier auf elektronische Informationsträger), dass dieselben Daten mehrfach geführt werden (z. B. gleichzeitig in Listen und in einer Datenbank) oder dass bei aufeinander folgenden Prozessschritten miteinander nicht

<sup>141</sup> Vgl. Rudolf W.: a. a. O., S. 12 ff..

kompatible Hardwarekomponenten oder Softwareprodukte benutzt werden, sodass die Informationen manuell übertragen werden müssen.

Ein weiteres Grundproblem ist die nicht ausreichende Softwareunterstützung der Prozesse. Vielfach werden Informationen noch mit Papier und Bleistift erfasst, zusammengeführt und weitergegeben, obwohl es besser wäre hierzu Standardsoftware einzusetzen. Ist sich das Unternehmen seiner Prozesse nicht ausreichend bewusst, wird nicht erkannt, dass Softwareprodukte eingesetzt werden können, mit deren Hilfe die Prozesse leichter und besser durchgeführt werden können. Oft werden auch Softwarelösungen eingeführt, ohne zu bedenken, innerhalb welcher Prozesse sie angewandt werden sollen. Folge ist, dass die Softwareprodukte nicht zu den Prozessen passen und sich deshalb als ungeeignet erweisen.<sup>142</sup>

### *Verantwortlichkeiten*

Es ist wichtig, dass für jeden Prozessschritt festgelegt ist, welche Organisationseinheit für dessen Ausführung zuständig ist. Wenn die Definition der Zuständigkeiten unterbleibt oder unklar ist, können sich verschiedene negative Konsequenzen ergeben.

In den meisten Fällen ist die Folge, dass der betreffende Prozessschritt nicht oder nicht immer ausgeführt wird. In anderen Fällen, z. B. wenn in dem Prozessschritt eine wichtige Entscheidung getroffen wird, kommt es bei unregelmäßigen Verantwortlichkeiten immer wieder zum Streit zwischen den Abteilungen bezüglich der Zuständigkeiten – eine Situation, die oft als Kompetenzgerangel bezeichnet wird.

Das wesentliche Problem bei der Festlegung der Verantwortlichkeiten liegt darin, wie die Zuordnung der Prozessschritte zu den Abteilungen vorgenommen werden soll. Im Unterschied dazu ist die Zuordnung von Prozessschritten zu Stellen innerhalb der Abteilungen meistens ein geringeres Problem. Denn die Verteilung der Verantwortlichkeiten ergibt sich weder vollständig noch immer zwingend aus den betriebswirtschaftlichen Funktionen. Sollen z. B. die bei der Herstellung von Produkten durchzuführenden Prüfungen von der Entwicklungs- oder von der Fertigungsabteilung festgelegt werden? Sollen die Materialien, die für die Produktion gebraucht werden, von der Fertigungs- oder von der Einkaufsabteilung bestellt werden? Soll für die Beurteilung, ob eine Kundenbeschwerde berechtigt ist, die Vertriebs-, die Entwicklungs- oder die Fertigungsabteilung zuständig sein? Wenn die Prozesse sich selbst überlassen werden, bleiben diese Fragen ungeklärt.

### *Prozessschnittstellen*

An einer Prozessschnittstelle wird innerhalb eines Prozesses der betreffende Vorgang von einer Abteilung zu einer anderen weitergegeben. Innerhalb der funktionalen Aufbauorganisation ist jede Abteilung dafür verantwortlich, dass die Teilprozesse ausgeführt werden, die in ihren Zuständigkeitsbereich fallen. Es gibt keine Organisationseinheit, die für die Koordination der von den verschiedenen Abteilungen ausgeführten

---

<sup>142</sup> Vgl. Rudolf W.: a. a. O., S. 12 ff..

Prozessschritte verantwortlich ist und die dafür zu sorgen hat, dass ein Prozess insgesamt zu vernünftigen Ergebnissen führt.

Dies kann innerhalb der Prozesse v. a. an den Schnittstellen zum Problem werden, an denen der Stab an eine andere Abteilung weitergegeben wird, die dann für die Folgeschritte zuständig ist. An diesen Schnittstellen entstehen leicht Verzögerungen und Missverständnisse, sodass die Prozesse insgesamt nicht optimal durchgeführt werden.

143

### 5.3.2 Betriebliche Prozesse

#### *Festlegung*

Für die Prozessorganisation der Instandhaltung bietet es sich an, die Instandhaltung vom Rest des Unternehmens zu lösen. Die Instandhaltung kann als firmeninterne Dienstleistungsorganisation gesehen werden.

Typische Problemstellungen, mit denen sich die Prozessorganisation in diesem Zusammenhang beschäftigt, sind:

- Welche Prozesse muss ein Unternehmen bzw. eine Organisation überhaupt haben, um die von ihm angebotenen Dienstleistungen durchführen zu können?
- Zu welchen Ergebnissen sollen die Prozesse führen?
- Welche Schritte müssen in welcher Reihenfolge stattfinden, sodass gesichert ist, dass die angestrebten Ereignisse auf möglichst günstigem Wege erreicht werden?
- Welche Organisationseinheiten sollen für die Ausführung der Prozessschritte verantwortlich sein?

Wichtig für die Festlegung der Prozesse ist vor allem, dass die Vorgänge zwischen den Abteilungen gut geregelt werden. Da an den betrieblichen Prozessen in der Regel mehrere Unternehmensbereiche beteiligt sind, kommt es insbesondere darauf an, sicherzustellen, dass die von verschiedenen Abteilungen vollzogenen Prozessschritte richtig aufeinander abgestimmt sind und diese gut zusammenspielen. Insofern kann man sagen, dass sich Prozessorganisation mit der Ergänzung des Organigramms beschäftigt.

Die Festlegung der abteilungsübergreifenden oder personenübergreifenden Prozesse führt dazu, dass die vorgesehenen Prozessergebnisse sicher, schnell und kostengünstig erreicht werden. Die gewünschten Ergebnisse sollen gewissermaßen automatisch aufgrund einer guten Organisation sichergestellt werden – und nicht davon abhängen, dass sich die Beteiligten überdurchschnittlich engagieren oder glückliche Umstände Organisationsmängel ausgleichen.

<sup>143</sup> Vgl. Rudolf W.: a. a. O., S. 12 ff..

## *Verbesserung*

Kein Unternehmen kann es sich leisten, sich mit der erreichten Leistungsfähigkeit seiner Prozesse zufriedenzugeben. Stattdessen müssen aufgrund des Wettbewerbsdrucks immer wieder Möglichkeiten gefunden werden, die Dienstleistungen in gesteigerter Qualität, schneller und kostengünstiger erstellen zu können. Insofern besteht der zweite Aufgabenbereich der Prozessorganisation darin, eine ständige Verbesserung der betrieblichen Prozesse zu gewährleisten.

Die mit diesem Aufgabenbereich verbundenen Fragen sind,

- wie die Prozesse in Hinblick auf ihre gegebene Leistungsfähigkeit zu beurteilen sind,
- sodass die Prozesse verbessert bzw. erneuert werden können und sie dadurch immer leistungsfähiger werden.

Die Prozesse im Unternehmen vollziehen sich, gleichgültig ob man sich ihrer bewusst ist oder nicht. Insofern besteht die Wahl die Prozesse entweder sich selbst zu überlassen und zu hoffen, dass sie zu den gewünschten Ergebnissen führen oder sie zu analysieren, zu verstehen, was bei ihnen passiert, und sie kontinuierlich weiterzuentwickeln.<sup>144</sup>

Die einzelnen Prozesse wurden ausgearbeitet und in Powerpoint dargestellt. Diese sind im Anhang abgebildet. Um die Mitarbeiter zu motivieren sich mit den betrieblichen Prozessen auseinanderzusetzen, wurde die Schulungsanleitung direkt in die Prozessdarstellung verlinkt. Das bedeutet, wenn man eine Anleitung zur Bedienung der Software haben möchte, muss man sich durch die Prozesse navigieren.

## **5.4 Anlagenmanagement mit MS Office**

### **5.4.1 Begründung**

#### *Anlagenmanagement Software*

Ökonomische Überlegungen stehen im Mittelpunkt des unternehmerischen Denkens und Handelns. Die Informatik kann sich dieser wirtschaftlichen Betrachtungsweise nicht entziehen, auch wenn sie heute für die meisten Unternehmen eine zentrale und unverzichtbare Geschäftsfunktion darstellen. Es ist gerade die Informationstechnologie, die seit mehreren Jahren verstärkt im Blick finanzieller Wertüberlegungen gerückt ist.<sup>145</sup>

Der Einsatz einer speziellen Anlagenmanagement-Software konnte aus mehrerer Hinsicht abgelehnt werden. Zum einem ist keine Bereitschaft zum auftragsbezogenen Arbeiten vorhanden. Das heißt, man möchte nicht für jede Instandhaltungstätigkeit einen Auftrag generieren, auf dem die Mitarbeiter ihre geleisteten Stunden zurück-

---

<sup>144</sup> Vgl. Rudolf W.: a. a. O., S. 3.

<sup>145</sup> Vgl. Brugger, R.: a. a. O., S. 13

melden. Zum anderem möchte man kein Geld für eine Speziallösung ausgeben, welches wiederum Schulungen notwendig machen. Diese Vorgaben, welche sich erst während der Arbeit ergaben, erlaubte es eine genauere Business-Case-Betrachtung zu Vernachlässigen.

### Outlook

Outlook hat eine Vielzahl an Werkzeugen um Struktur in ein Unternehmen zu bringen. Außerdem hat Outlook die Eigenschaften einer Datenbank, was einem sehr viele Möglichkeiten öffnet.

Zur Bewältigung der Anforderungen an diese Arbeit musste in gewissen Bereichen sehr in die Tiefe des Systems gegangen werden. Es wurden sämtliche Ansichtseinstellungen und Masken an die Bedürfnisse der Aufgabenstellung angepasst, um bei minimalem Eingabeaufwand einen maximalen Datenoutput zu erreichen, mit dem Vorteil „keine“ Zusatzkosten zu erzeugen. Des Weiteren reichen kurze Einschulungen aus um mit dem System arbeiten zu können.

### Navigation

In der Navigationsleiste kann zwischen den unterschiedlichen Sichtweisen der Aufgabenverwaltung gewechselt werden. Wie in folgender Abbildung dargestellt.

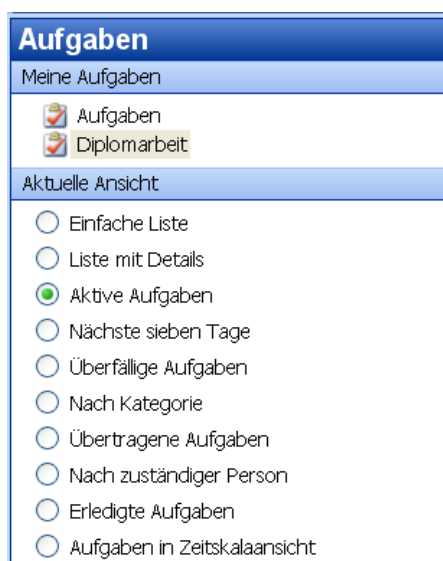


Abb. 5.5: Navigationsleiste.

Die am häufigsten verwendete Ansicht ist die Ansicht „Aktive Aufgaben“. In dieser Ansicht wurde eine Gruppierung eingerichtet welche nach Kategorien sortiert. Die Kategorien „Behörde“ und „Wartung/Inspektion“ beinhalten zyklisch wiederkehrende Tätigkeiten/ Aufträge, welche auf diese Kategorien aufgeteilt wurden. Die dritte Kategorie beinhaltet einmalige Tätigkeiten. Wie beispielsweise Erinnerungen an Telefonate, Ausschreibungen usw..



Abb. 5.6: Aktive Aufgaben.

## 5.4.2 Wiederkehrende Aufgaben

### *Zyklus*

Zum Erstellen einer wiederkehrenden Aufgabe muss der Menüpunkt Serientyp ausgewählt werden. In diesem Menü können sämtliche zeitliche Steuerungen eingestellt werden. Somit wird selbstständig nach Fertigmeldung einer Aufgabe eine neue Aufgabe mit dem nächsten Fälligkeitsdatum erstellt.

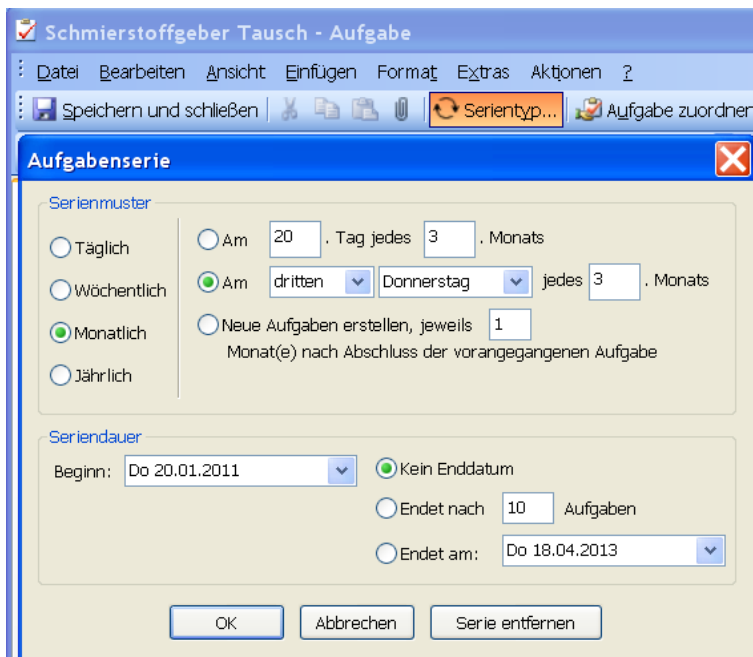


Abb. 5.7: Serientyp.

### *Behörde*

In der Übersicht sind alle behördlichen Aufträge zusammengefasst. In dieser Ansicht sind alle Fälligkeiten zu sehen. Weiters ist es möglich direkt aus dieser Ansicht die

Erinnerung durch das Setzen eines Hakens zu deaktivieren. Dieser Datensatz samt Erledigungsdatum wandert in die Historie der Datenbank. Überfällige Aufgaben werden rot hervorgehoben dargestellt. Die Übersicht ist in folgender Abbildung dargestellt.











Kategorien		Betreff	Fällig am	Status	Kategorien
Kategorien: (Keine Angabe) (5 Elemente)					
Kategorien: Behörde (10 Elemente)					
	<input type="checkbox"/>	Elektroinstallation (ESV2003 §3)	Mo 01.08.2016	Nicht begonnen	Behörde
	<input type="checkbox"/>	Feuerungsanl. Für flüssige und gasf. Brennstoffe über 30 kW Nennleistung (AM-VO §8 (1) Z 21)	Mo 01.10.2012	Nicht begonnen	Behörde
	<input type="checkbox"/>	Schutzhelme aus thermoplastischem Material in ordnungsgemäem Zustand (AAV § 69(4))	Mi 01.08.2012	Nicht begonnen	Behörde
	<input type="checkbox"/>	Blitzschutz (ESV2003 §3)	Mi 01.08.2012	Nicht begonnen	Behörde
	<input type="checkbox"/>	Rückschlagsicherung Autogenschweißanlage (ÖN M 7850)	Mi 01.08.2012	Nicht begonnen	Behörde
	<input type="checkbox"/>	Feuerlöschmittel (ASV §13(2); BauV § 45(8))	Do 02.02.2012	Nicht begonnen	Behörde
	<input type="checkbox"/>	Klima- und Lüftungsanlagen (ASV § 13(1)Z3)	Mi 01.02.2012	Nicht begonnen	Behörde
	<input type="checkbox"/>	Sicherheitsbeleuchtung (ASV §13(1)Z1)	Di 10.01.2012	Nicht begonnen	Behörde
	<input type="checkbox"/>	Motorkraftbetriebene Türen und Tore (AM-VO §§7(1)Z11,8(1)Z9)	Mi 30.11.2011	Nicht begonnen	Behörde
	<input type="checkbox"/>	Stetigförderer ausgen. Förderbänder und Rollenbahnen unter 5m Förderlänge (AM-VO §8 (1) Z 20)	So 09.10.2011	In Bearbeitung	Behörde
Kategorien: Wartung/Inspektion (5 Elemente)					

Abb. 5.8: Übersicht: Wiederkehrende Behördenaufträge.

**Elektroinstallation (ESV2003 §3) - Aufgabe**

Datei Bearbeiten Ansicht Einfügen Format Extras Aktionen ?

Speichern und schließen | | Serientyp... | Aufgabe zuordnen |

Arial | 10 |

Aufgabe Details

Die Aufgabe ist 5 Jahre nach Erledigung dieser Aufgabe fällig, beginnend am 26.11.2010.

Betreff:

Fällig am:  Status:

Beginnt am:  Priorität:  % erledigt:

☐ Erinnerung:   Zuständig:

**Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit zum Schutz der Sicherheit und der Gesundheit der Arbeitnehmer/innen vor Gefahren durch den elektrischen Strom (Elektroschutzverordnung 2003 - ESV 2003) BGBl II Nr. 424/2003**

**§ 3.** (1) Die Zeitabstände der wiederkehrenden Prüfungen von elektrischen Anlagen im Sinne des Punkt 5.3.3.1 der ÖVE EN 50110-1:1997-06 (EN 50110-2-100 eingearbeitet) betragen längstens fünf Jahre.

(2) Abweichend von Abs. 1 betragen die Zeitabstände

1. längstens ein Jahr hinsichtlich wiederkehrender Prüfungen gemäß § 13 Abs. 3 der

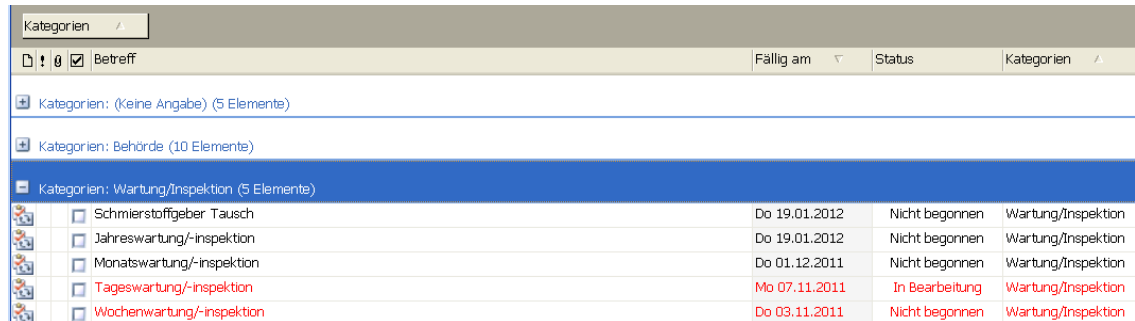
Abb. 5.9: Detailansicht: Wiederkehrende Behördenaufträge ( Beispiel: ESV).

In der Detailansicht werden sämtliche Verweise zum Ablauf angezeigt. So werden, wie oben dargestellt, beispielsweise die einschlägigen Gesetze angezeigt.



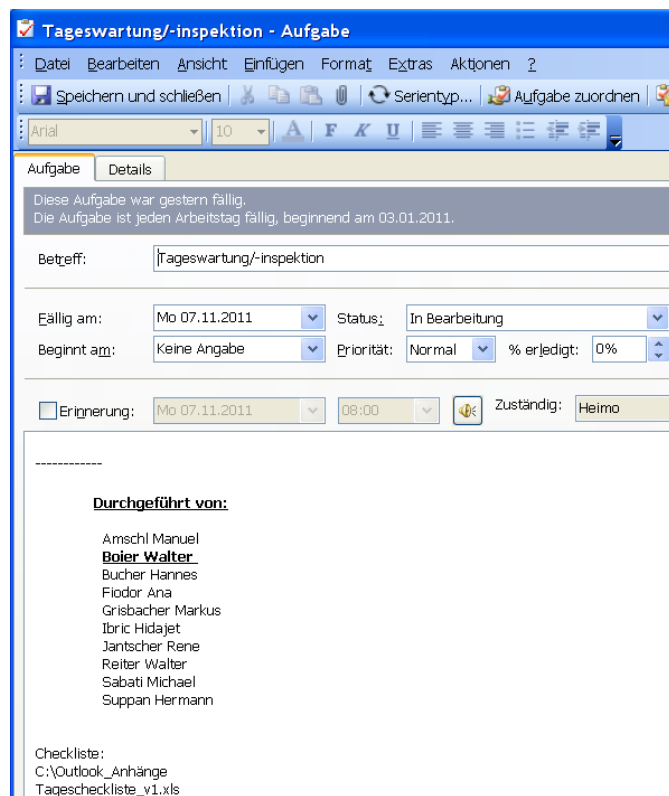
## Wartung/Inspektion

In der Kategorie „Wartung/Inspektion“ werden alle wiederkehrenden Aufgaben aufgeführt, die aus Herstellerangaben oder internen Vorgaben hervorgehen. In folgender Abbildung ist die Übersicht über W/I-Aufgaben zu sehen.



	Betreff	Fällig am	Status	Kategorien
Kategorien: (Keine Angabe) (5 Elemente)				
Kategorien: Behörde (10 Elemente)				
Kategorien: Wartung/Inspektion (5 Elemente)				
	Schmierstoffgeber Tausch	Do 19.01.2012	Nicht begonnen	Wartung/Inspektion
	Jahreswartung/-inspektion	Do 19.01.2012	Nicht begonnen	Wartung/Inspektion
	Monatswartung/-inspektion	Do 01.12.2011	Nicht begonnen	Wartung/Inspektion
	Tageswartung/-inspektion	Mo 07.11.2011	In Bearbeitung	Wartung/Inspektion
	Wochenwartung/-inspektion	Do 03.11.2011	Nicht begonnen	Wartung/Inspektion

Abb. 5.10: Übersicht: Wiederkehrende W/I-Aufgaben.



**Tageswartung/-inspektion - Aufgabe**

Speichern und schließen | Serientyp... | Aufgabe zuordnen

Aufgabe | Details

Diese Aufgabe war gestern fällig.  
Die Aufgabe ist jeden Arbeitstag fällig, beginnend am 03.01.2011.

Betreff: Tageswartung/-inspektion

Fällig am: Mo 07.11.2011 | Status: In Bearbeitung

Beginnt am: Keine Angabe | Priorität: Normal | % erledigt: 0%

Erignung: Mo 07.11.2011 08:00 | Zuständig: Heimo

**Durchgeführt von:**

- Amschl Manuel
- Boier Walter**
- Bucher Hannes
- Fiodor Ana
- Grisbacher Markus
- Ibric Hidajet
- Jantscher Rene
- Reiter Walter
- Sabatil Michael
- Suppan Hermann

Checkliste:  
C:\Outlook\_Anhaenge  
Tagescheckliste\_v1.xls

Abb. 5.11: Detailansicht: Wiederkehrende W/I-Aufgaben (Beispiel: Tageswartung/-inspektion).

In oben angeführter Darstellung ist die Detailansicht zu sehen. Aus dieser Detailansicht kann man eine Anlage mit Herstellerangaben und Schmierplänen sowie selbst definierten Wartungs/-Inspektionskriterien aufrufen. Überfällige Aufgaben kann man sich in der gleichnamigen Ansicht anzeigen lassen. Als Beispiel für die Wichtigkeit dieser Maßnahmen soll die Zentralschmierung des Brechers II herangezogen werden. Dies ist der größere der beiden Brecher und daher eines der wichtigsten Anlagen im Werk. Das ordnungsgemäße Befüllen der Schmierbehälter darf nicht vergessen werden. In folgender Abbildung ist diese Zentralschmierung zu sehen.



Abb. 5.12: Zentralschmierung Brecher II.

### 5.4.3 Störungs-Wartungsberichte

Über das Aktionsmenü wird die Eingabemaske für die Störungs- und Wartungsrückmeldung aufgerufen, wie in folgender Abbildung zu sehen.

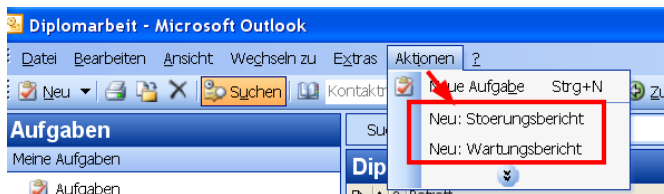


Abb. 5.13: Aktionsmenü.

#### *Masken - Datenkonfiguration*

In folgendem Abschnitt wird gezeigt wie die Anpassungsmöglichkeiten von Outlook eine Datensammlung für spätere Auswertungen ermöglicht. In nachstehender Abbildung ist eine Übersicht über einen Störungsbericht zu sehen.

Um die Maske erstellen zu können, mussten weitere Datenbankfelder erstellt werden. Diese müssen anschließend als entsprechender Datentyp konvertiert werden.

Bei den meisten Feldern wurden Wertetabellen hinterlegt um beim Filtern Semantikprobleme weitgehend auszuschließen.

#### *Störungsbericht*

Störungen die der Betriebsleiter als „relevant“ einstuft, werden durch das Formular „Störungsbericht“ dokumentiert. In nachstehender Abbildung ist ein leeres Formular abgebildet.

Unter Pos. 1 sollen grundlegende Angaben zu Störung gemacht werden. Zentrale Information dabei ist, ob durch die Störung eine Anlage ausgefallen ist. Des Weiteren steht eine Wertetabelle für den Grund der Störung zur Verfügung, in der man zwischen den Gründen: Thermische Überlast, Ausfall der Schmierung, Verschleiß, Vibration, Elektrischer Fehler, und Sonstiges auswählen kann. Wenn keines zutrifft kann unter „Sonstige Störung“ einen Freitext eingegeben werden.

Unter Pos. 2 müssen Angaben zum Ort der Störung gemacht werden. Die Ebene 1 beschreibt die übergeordnete Standortbezeichnung wie zum Beispiel Brecher 1, Brecher 2, Splittanlage 1 usw. In der Ebene 2 wird auf Baugruppenebene runtergebrochen wie Motoren, Pumpen usw. Des Weiteren steht wieder ein Freitextfeld zur Verfügung.

Pos. 3 ist per Default auf „Arbeit abgeschlossen“ gesetzt, da in den meisten Fällen der Bericht nach Behebung der Störung in einem ausgefüllt wird. Beim Speichern würde der Datensatz sofort in die Historie gehen. Hat man aber nicht alle Daten wie z. B. Kosten, dann kann der Haken weggenommen und später weitergearbeitet werden.

In Pos. 4 ist es möglich eine Mehrfachauswahl der unternommenen Tätigkeiten zu treffen. Das könnte bei einer Pumpenrevision „Pumpe getauscht“, „Lager getauscht“ und „Reinigung“ sein.

The screenshot shows a software window titled 'Störungsbericht - Störungsbericht'. The interface includes a menu bar (Datei, Bearbeiten, Ansicht, Einfügen, Format, Extras, Aktionen) and a toolbar. Below the menu is a tabbed interface with 'Aufgabe', 'S.2', and 'Details' tabs. The 'Störungsmeldung' section contains several fields: 'Störung' (1) with a checkbox for 'Anlagenausfall?' (set to 'NEIN') and a dropdown for 'Grund für Störung'; 'Standort' (2) with dropdowns for 'Ebene 1:' and 'Ebene 2:', and a text field for 'Sonst. Standort:'. The 'Workflow' section (3) has a checked checkbox 'Aufgabe abgeschlossen?'. The 'Tätigkeit' section (4) is a list box with options: 'Lager getauscht', 'Motor getauscht', 'Pumpe getauscht', 'Dichtung getauscht', 'Sicherung getauscht', and 'Einstellung verändert'. The 'Aufwendungen' section (5) is divided into three sub-sections: 'Dienstleistungsaufwand' with a checkbox for 'Fremdfirma?' (set to 'NEIN') and a text field for 'Dienstleistungskosten:' (showing '€ 0,00'); 'Arbeitsaufwand' with a list box for 'Mitarbeiter:' (showing 'Amschl Manuel', 'Boier Walter', 'Bucher Hannes') and a text field for 'Personalkosten:' (showing '€ 0,00'); and 'Materialaufwand' with a text field for 'Eingesetztes Material:' and a text field for 'Materialkosten:' (showing '€ 0,00'). At the bottom is a 'Bemerkungen' (6) section with a large text area.

Abb. 5.14: Formular Störungsbericht.

In Pos. 5 können Angaben zu anfallenden Aufwendungen gemacht werden.

Pos. 6 bietet die Möglichkeit Besonderheiten zu Beschreiben.

### Wartungsbericht

Wartungen oder Inspektionen die der Betriebsleiter als „relevant“ einstuft werden durch das Formular „Wartungs-Inspektionsbericht“ dokumentiert. In nachstehender Abbildung ist ein leeres Formular abgebildet.

Im Wesentlichen unterscheidet sich dieses Formular vom Störungsbericht nur durch Pos. 7. Hierbei soll die Ursache für die WI-Maßnahme angegeben werden. Zur Auswahl stehen die Möglichkeiten Planung, Zustand, oder Vorschrift.

**Wartungs- Inspektionsbericht - Wartungsbericht**

Speichern und schließen | Serientyp... | Aufgabe zuordnen

System | 9

Aufgabe | S.2 | Details

WI- Bericht

**WI- Ursache** 7

☐ Anlagenstillstand? **NEIN**

Ursache der Wartung:

Planung  
Zustand  
Vorschrift

**Standort**

Ebene 1:

Ebene 2:

Sonst. Standort:

**Workflow**

☒ Aufgabe abgeschlossen?

**Tätigkeit**

☐ Sicht-Inspektion  
☐ Gemessen  
☐ Lager getauscht  
☐ Riemen getauscht  
☐ Motor getauscht  
☐ Pumpe getauscht

**Aufwendungen**

**Dienstleistungsaufwand**

☐ Fremdfirma? **NEIN**

Dienstleistungskosten: € 0,00

**Arbeitsaufwand**

Mitarbeiter:

☐ Amschl Manuel  
☐ Boier Walter  
☐ Bucher Hannes

Personalkosten: € 0,00

**Materialaufwand**

Eingesetztes Material:

Materialkosten: € 0,00

**Bemerkungen**

Abb. 5.15: Formular Wartungsbericht.

#### 5.4.4 Anzeige-, Filter- und Exportmöglichkeit

##### *Anzeigemöglichkeit*

Um sich die historischen Datensätze übersichtlich in einem Kalender anzeigen zu lassen, muss in die Ansicht „Aufgaben in Zeitskalaansicht“ gewechselt werden. Durch Aufklappen der Hierarchieknoten können auf einer Zeitachse die erledigten Aufgaben eingeblendet werden. Durch Doppelklick, kann die Aufgabe geöffnet werden. Dies wird in folgender Abbildung exemplarisch für Elektroinstallationen gezeigt.

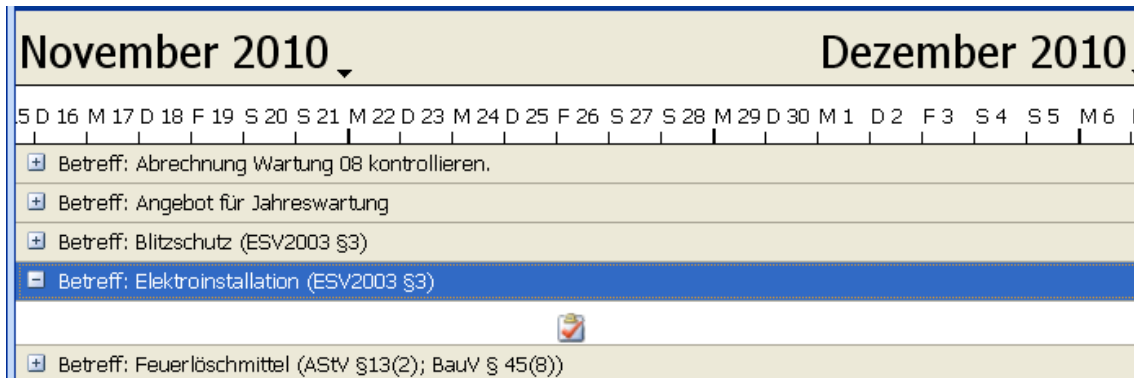


Abb. 5.16: Aufgaben in Zeitskala.

##### *Filtermöglichkeit*

Um historische Datensätze zu filtern, muss in die Ansicht „Erledigte Aufgaben“ gewechselt werden. Hier wurden zwei hierarchische Gruppen eingerichtet. Die obere Gruppe sortiert nach Kategorien, die untere nach Betreff.

In den nächsten beiden Abbildungen sind die unterschiedlichen Längen der Datensätze dargestellt. Geplante Instandhaltungsaufgaben hinterlassen einen verhältnismäßig kurzen Datensatz. Im Vergleich dazu wird durch das Ausfüllen des Störungsberichtes oder des Wartungs- und Inspektionsberichtes ein deutlich längerer Datensatz geschrieben.

Kategorien: (Keine Angabe) (29 Elemente)

- Betreff: Abrechnung Wartung 08 kontrollieren. (1 Element)
- Betreff: Störungsbericht (17 Elemente)
- Betreff: Wartungs- Inspektionsbericht (10 Elemente)
- Betreff: Wartungs- Inspektionsbericht Grobrevision (1 Element)

Kategorien: Behörde (80 Elemente)

- Betreff: Blitzschutz (ESV2003 §3) (4 Elemente)
- Betreff: Elektroinstallation (ESV2003 §3) (3 Elemente)

Elektroinstallation...	Fr 26.11.2010	Sa 23.10.2010				
Elektroinstallation...	Sa 26.11.2005	Mo 28.11.2005				
Elektroinstallation...	So 26.11.2000	Do 26.10.2000				

Betreff: Feuerlöschmittel (ASTV §13(2); BauV § 45(8)) (6 Elemente)

Abb. 5.17: Datensätze aus Wartungs-/Inspektions-Planung.

Kategorien: (Keine Angabe) (29 Elemente)

- Betreff: Abrechnung Wartung 08 kontrollieren. (1 Element)
- Betreff: Störungsbericht (17 Elemente)

Störungsbericht	Keine Angabe	Di 02.08.2011	Splitanlage 1	Brechanl... Dichtung g...	Boiler Wa...	€ 450,00	€ 345,00	€ 0,00	Vibrationen
-----------------	--------------	---------------	---------------	---------------------------	--------------	----------	----------	--------	-------------

Abb. 5.18: Datensätze aus Bericht.

Um sich nur eine Auswahl an Datensätzen anzeigen zu lassen, bietet Outlook die Möglichkeit des Setzens eines Filters. Im folgenden Bild ist die Eingabemaske zu sehen.

Filtern

Aufgaben: Weitere Optionen, Erweitert, SQL

Suchen nach: [ ]

In: Nur im Feld "Betreff"

Status: Erledigt

Von... [ ]

Gesendet an... [ ]

Zeit: Keine Angabe an einem beliebigen Datum

OK, Abbrechen, Alles löschen

Abb. 5.19: Filter.

## Exportmöglichkeit

Es gibt zwei Möglichkeiten die Daten zu exportieren. Entweder die Daten werden über den Menüpunkt Import/Export in z. B. Excel exportiert. Oder durch direktes Kopieren aus der Outlookliste. Damit hätte man eine Rohdatenbasis für die weitere Auswertung.

## 5.5 Berichtswesen

### 5.5.1 Rohdaten- Tabelle

#### Outlookexport

Wie im vorigen Abschnitt dargestellt, ist es möglich sich Rohdaten aus Outlook zu generieren und ins Excel zu importieren bzw. zu konvertieren. Im Folgenden wird demonstriert welche Auswertemöglichkeiten sich durch die historischen Daten der Störungs- und Wartungsberichte ergeben. In folgender Tabelle sind die Rohdaten für die weitere Bearbeitung in Excel dargestellt. Die Tabellenlänge hängt von der Anzahl der Datensätze bzw. vom gefilterten Zeitraum ab.

#### Rohdaten für Pivot

Tab. 5.1: Rohdaten-Tabelle für Pivot-Auswertung.

Rohdatentabelle															
Betreff	Fällig	Erledigt am	Ebene1	Ebene2	Tätigkeit	Mitarbeiter	Personalaufw	Materialeinsatz	Materialkosten	Fremdfirmenname	Dienstleistung	Ausfallgrund	Sonstiger A	Kategorien	Gesamtkosten
Störungsbericht	Keine	Di 02.08.2011					€ 0,00		€ 0,00		€ 0,00				€ 0,00
Störungsbericht	Keine	Mi 12.01.2011	Brecheranlage 2		Motor getaus	Amschl Ma	€ 850,00	Getriebemotor 30 KW	€ 4.560,00		€ 0,00	Verschleiß			€ 5.410,00
Störungsbericht	Keine	Mi 19.01.2011	Splitanlage 1		Boier Walte		€ 2.345,00	Rechnung Nr. 38776	€ 5.874,00		€ 0,00	Verschleiß			€ 8.219,00
Störungsbericht	Keine	Do 13.01.2011	Brecheranlage 2		Bucher Har		€ 0,00		€ 0,00		€ 0,00	Thermische Überlastung			€ 0,00
Störungsbericht	Keine	Fr 18.02.2011	Brecheranlage 1				€ 50,00		€ 0,00		€ 0,00	Thermische Überlastung			€ 50,00
Störungsbericht	Keine	Mi 23.02.2011	Splitanlage 3			Bucher Har	€ 40,00	Div. Kleinteile	€ 30,00		€ 0,00	Vibrationen			€ 70,00
Störungsbericht	Keine	Sa 19.03.2011	Brecheranlage 1			Bucher Har	€ 70,00		€ 0,00		€ 0,00	Thermische Überlastung			€ 70,00
Störungsbericht	Keine	Fr 01.04.2011	Splitanlage 3		Reinigung	Boier Walte	€ 750,00		€ 0,00		€ 0,00	Sonstiges	Bedienungsfehler		€ 750,00
Störungsbericht	Keine	Di 12.04.2011	Splitanlage 2	Fördertech	Lager getaus	Amschl Ma	€ 1.267,00	7x Lager, Schmirstoff	€ 1.790,00		€ 0,00	Ausfall der Schmierung			€ 3.057,00
Störungsbericht	Keine	Di 12.04.2011	Bagger CAT 330 C-LN		Sicherung ge	Sabati Micl	€ 20,00	20A Sicherung	€ 10,00		€ 0,00	Elektrischer Fehler			€ 30,00
Störungsbericht	Keine	Sa 30.04.2011	Prallmühle			Fiodor Ana	€ 398,00	Rechnung Nr. 34674	€ 1.200,00		€ 0,00	Vibrationen			€ 1.598,00
Störungsbericht	Keine	Di 10.05.2011	Prallmühle		Fremdkörper	Fiodor Ana	€ 680,00	Rechnung Nr. 34674	€ 3.789,00		€ 0,00	Vibrationen			€ 4.469,00
Störungsbericht	Keine	Fr 20.05.2011	Radlader L 566			Grisbacher	€ 50,00	Lampe 12V	€ 20,00		€ 0,00				€ 70,00
Störungsbericht	Keine	Do 26.05.2011	Prallmühle		Fremdkörper	Bucher Har	€ 50,00		€ 0,00		€ 0,00				€ 50,00
Störungsbericht	Keine	Di 22.07.2011	Verbindungsbar	Fördertech	Lager getaus	Boier Walte	€ 150,00	Rechnung Nr. 37894	€ 120,00		€ 0,00	Verschleiß			€ 270,00
Wartungs- Inspektionsbericht	Keine	Di 02.08.2011					€ 0,00		€ 0,00		€ 0,00				€ 0,00
Wartungs- Inspektionsbericht	Keine	Sa 12.02.2011	Prallmühle			Boier Walte	€ 1.300,00	Schlagleisten	€ 3.500,00		€ 0,00				€ 4.800,00
Wartungs- Inspektionsbericht	Keine	Sa 22.05.2011	Prallmühle			Boier Walte	€ 1.300,00	Schlagleisten	€ 3.500,00		€ 0,00				€ 4.800,00
Wartungs- Inspektionsbericht	Keine	Fr 22.07.2011	Splitanlage 1	Siebtechni	Lager getaus	Boier Walte	€ 5.600,00	Rechnung Nr. 23467	€ 2.400,00		€ 0,00				€ 8.000,00
Wartungs- Inspektionsbericht	Keine	Do 17.02.2011	Splitanlage 2	Fördertech	Lager getaus	Boier Walte	€ 3.500,00	Rechnung Nr. 34532	€ 6.509,00	GEPPERT-Band	€ 2.200,00				€ 12.209,00
Wartungs- Inspektionsbericht	Keine	Fr 11.03.2011	Splitanlage 3	Fördertech	Lager getaus	Boier Walte	€ 2.500,00	Rechnung Nr. 3452	€ 2.543,00	GEPPERT-Band	€ 2.800,00				€ 7.843,00
Wartungs- Inspektionsbericht	Keine	Mi 25.05.2011	Splitanlage 1	Fördertech	Lager getaus	Boier Walte	€ 1.800,00	Rechnung Nr. 3563	€ 4.398,00	GEPPERT-Band	€ 1.800,00				€ 7.998,00
Wartungs- Inspektionsbericht	Keine	Di 14.06.2011	Splitanlage 2	Fördertech	Lager getaus	Boier Walte	€ 2.200,00	Rechnung Nr. 3745	€ 5.632,00	GEPPERT-Band	€ 1.950,00				€ 9.782,00
Wartungs- Inspektionsbericht	Keine	Mi 13.04.2011	Brecheranlage 2	Fördertech	Lager getaus	Grisbacher	€ 3.100,00	Rechnung Nr. 74523	€ 6.253,00	GEPPERT-Band	€ 2.100,00				€ 11.453,00
Wartungs- Inspektionsbericht	Keine	Sa 20.03.2011	Splitanlage 2	Fördertech	Lager getaus	Amschl Ma	€ 900,00	Rechnung Nr. 72346	€ 3.652,00	GEPPERT-Band	€ 2.800,00				€ 7.352,00
Wartungs- Inspektionsbericht	Keine	Do 28.01.2010	Großrevision			Boier Walte	€ 16.342,00	Rechnung Nr. 65387	€ 27.423,00	Harrer Anlagenbau	€ 7.560,00				€ 51.325,00

## 5.5.2 Pivot-Auswertung

### *Funktionsweise*

Die Bezeichnung Pivot-Tabelle beruht auf dem englischen Begriff „pivot“ für Dreh oder Angelpunkt. Dies bedeutet, dass man mit Pivot-Tabellen Daten nach verschiedenen Gesichtspunkten anordnen, zusammenfassen und auswerten kann. Eine Pivot-Tabelle ist gleichzeitig interaktiv, d. h. sie kann vom Benutzer nachträglich verändert werden um beispielsweise nur bestimmte Daten anzuzeigen. Man kann die Daten auch aus mehreren Excel-Arbeitsblättern zur Auswertung in einer einzigen Pivot-Tabelle zusammenfassen, also konsolidieren.

Beim Arbeiten mit Pivot-Tabellen ist auf folgende Besonderheiten zu achten:

- Dateneingabe und Änderungen der Daten sind in Pivot-Tabellen nicht möglich, da diese entweder schreibgeschützt sind oder die Änderungen nicht in die Originaldaten übernommen werden. Die Originaldaten werden beim Arbeiten mit einer Pivot-Tabelle nicht verändert. (Dies sollt in diesem Falle kein Problem sein, da die Daten einmalig aus dem Outlook exportiert werden und anschließend gleich bleiben.)
- Im Gegensatz zu Funktionen erfolgt nach Änderung der Daten in der zugrundeliegenden Tabelle keine automatische Aktualisierung. Pivot-Tabellen müssen vom Benutzer bei Bedarf manuell aktualisiert werden!

Datenquelle für eine Pivot-Tabelle kann sowohl eine Excel-Liste als auch eine externe Datenbank wie beispielsweise Microsoft Access oder Outlook sein.

Damit die Daten problemlos für eine Pivot-Tabelle verwendet werden können, müssen sie eventuell zuvor aufbereitet werden. Die auszuwertenden Daten sollen den folgenden Vorgaben entsprechen:

- Die Daten sollen als zusammenhängende Liste vorliegen, d. h. keine Leerzeilen und keine leeren Spalten enthalten. Einzelne Zellen dagegen können leer sein. Sie sollten möglichst auch auf eine Leerzeile zwischen Spaltenüberschriften und übrigen Tabellen verzichten.
- Die erste Zeile muss (eindeutige) Spaltenüberschriften enthalten.
- Sie können frei wählen nach welchen Spalten bzw. Feldern eine Auswertung erfolgen soll. Beachten Sie aber dass innerhalb dieser Spalten alle Daten vom gleichen Typ sein müssen, beispielsweise Zahlen, Text oder Datumswerte.



- Nur mehrfach vorkommende Werte lassen sich mit Pivot-Tabellen zusammenfassen und auswerten.<sup>146</sup>

### Darstellungsmöglichkeiten

Im Folgenden sollen Möglichkeiten zur Darstellung der Rohdaten aus der Tabelle „Rohdaten-Tabelle für Pivot-Auswertung“ aufgezeigt werden. In Abbildung „Report: Dienstleistungskosten“ werden die Summen der Dienstleistungs- und Materialkosten auf die unterschiedlichen Dienstleistungsunternehmen aufgeführt. In Abbildung „Report: Instandhaltungsursache Störung steigend über Zeit“ werden die Kostenverläufe über die Zeit nach Instandhaltungsursachen aufgeteilt. Die Besonderheit dabei ist, dass sich bei diesem Report der Trend abzeichnet, dass die Störungen steigen, was dem Instandhaltungsleiter dazu veranlassen sollte die geplanten und zustandsorientierten Maßnahmen zu erhöhen. In anschließender Tabelle „Pivot-Tabelle zum Report: „Instandhaltungsursache Störung steigend über Zeit“, wird die Pivot-Tabelle zur vorherigen Abbildung gezeigt.

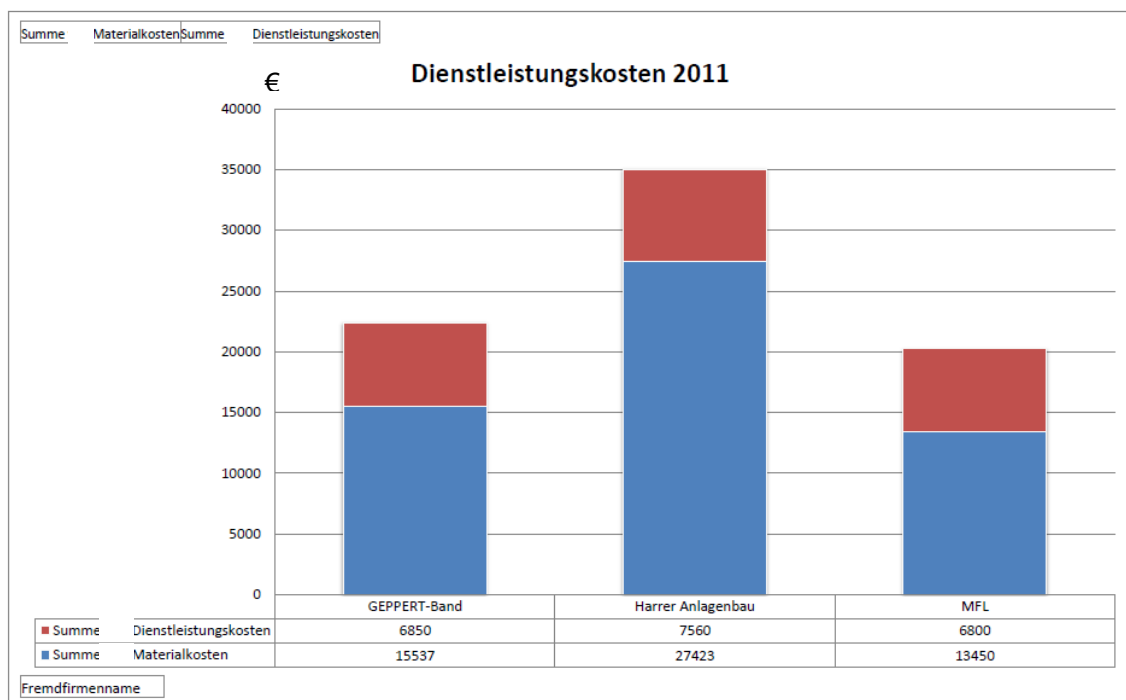


Abb. 5.20: Report: Dienstleistungskosten.

<sup>146</sup> Vgl. Bildner Ch.: Microsoft Excel XP / 2003 Aufbauwissen, Excel für fortgeschrittene Anwender einschließlich VBA-Einführung, Passau, 2009, S. 55 ff..

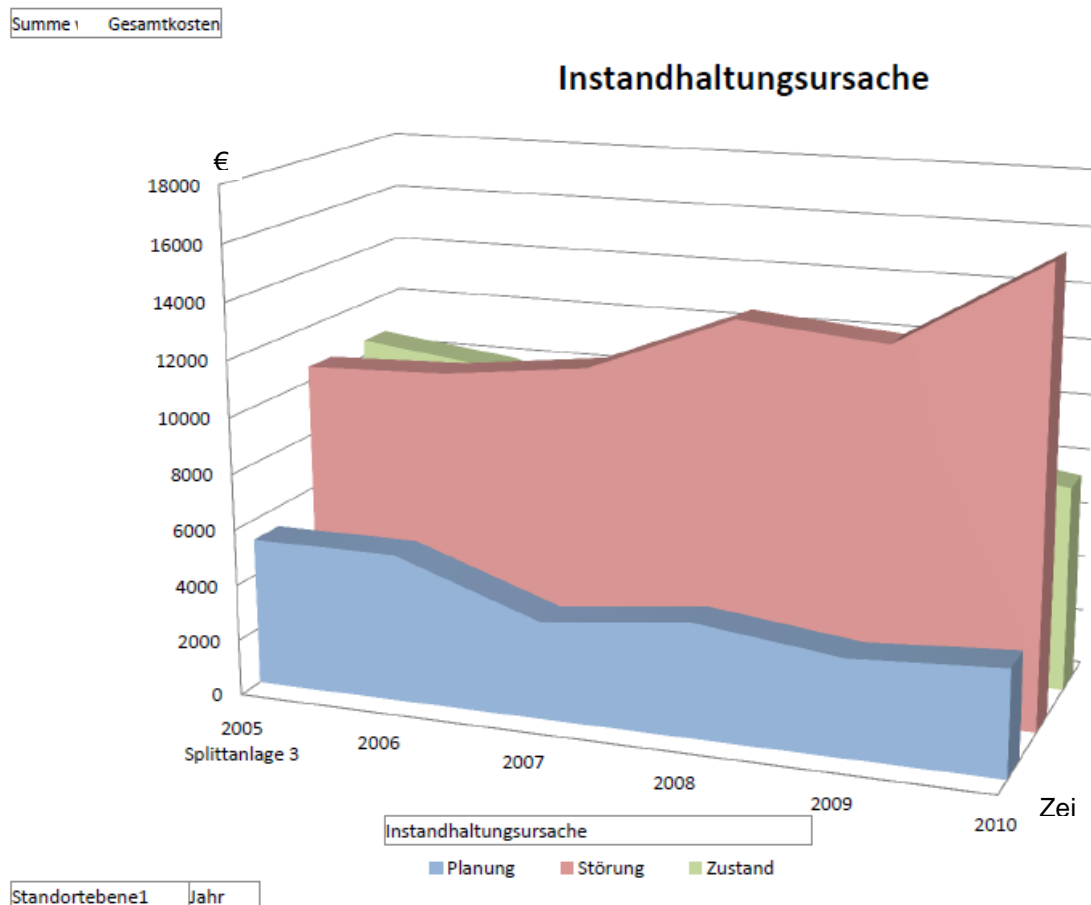


Abb. 5.21: Report: Instandhaltungsursache Störung steigend über Zeit.

Tab. 5.2: Pivot-Tabelle zum Report: „Instandhaltungsursache Störung steigend über Zeit“.

Summe 1 Gesamtkosten		Instandhaltung			
Standortebene1	Jahr	Planung	Störung	Zustand	Gesamtergebnis
Splittanlage 3	2005	€ 5.287,91	€ 10.536,03	€ 10.590,84	€ 26.414,78
	2006	€ 5.287,91	€ 10.719,31	€ 9.958,84	€ 25.966,06
	2007	€ 3.493,34	€ 11.325,72	€ 8.621,38	€ 23.440,44
	2008	€ 4.091,13	€ 13.432,97	€ 7.586,59	€ 25.110,69
	2009	€ 3.466,13	€ 12.969,69	€ 8.076,31	€ 24.512,13
	2010	€ 3.798,50	€ 16.110,44	€ 7.381,88	€ 27.290,81
Splittanlage 3 Ergebnis		€ 25.424,91	€ 75.094,16	€ 52.215,84	€ 152.734,91
Gesamtergebnis		€ 25.424,91	€ 75.094,16	€ 52.215,84	€ 152.734,91

Nachstehende Abbildung zeigt das Gegenstück zur steigenden Störungskosten. Wenn die Gesamtkostenkurve am Minimum angelangt ist, dann stimmt das Verhältnis der drei Parameter. Die Störungshäufung ergibt sich aus den variablen Parametern Planung und Zustand. Vereinfacht, weil die Störungshäufigkeit auch abhängig von der Auslastung ist.

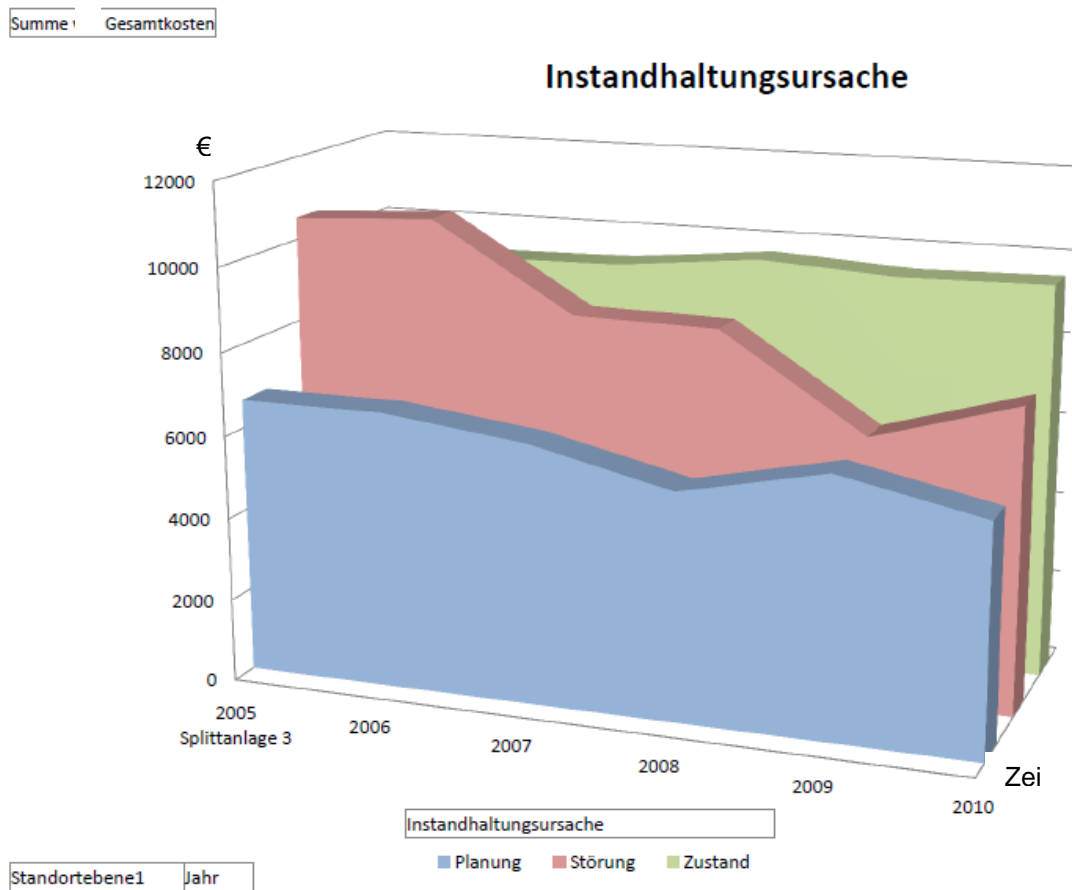


Abb. 5.22: Report: Instandhaltungsursache Störung fallend über Zeit.

Die nächste Abbildung und Tabelle, zeigt die Möglichkeit die Kosten der Instandhaltungsursachen über die Zeit darzustellen, wobei zwei Standorte miteinander verglichen werden.

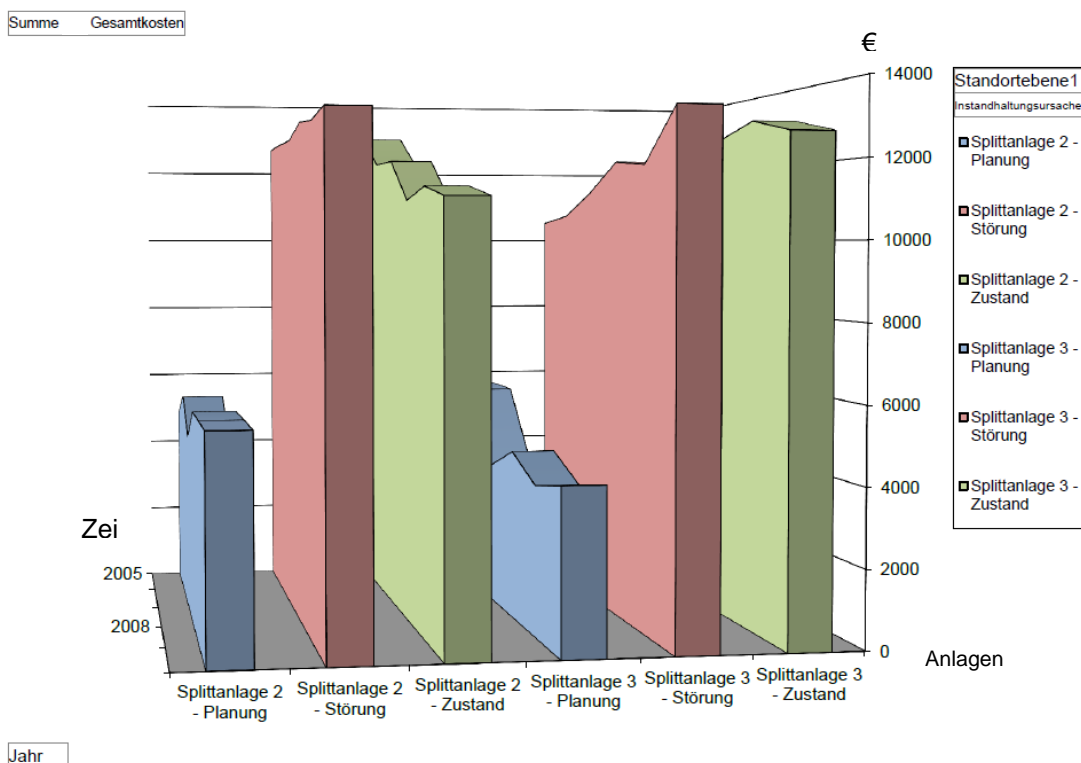


Abb. 5.23: Report: Instandhaltungsursache Vergleich zweier Standorte über Zeit.

Tab. 5.3: Pivot-Tabelle zum Report: „Instandhaltungsursache Vergleich zweier Standorte über Zeit“.

Summe	Gesamtkosten	Standortebene1	Instandhaltungsursache							
		Splittanlage 2			Splittanlage 2 Ergebnis			Splittanlage 3		
		Planung	Störung	Zustand	Planung	Störung	Zustand	Planung	Störung	Zustand
Jahr										
2005		€ 4.854,88	€ 12.700,41	€ 13.044,66	€ 30.599,94	€ 5.662,53	€ 10.536,03	€ 10.607,19	€ 26.805,75	€ 57.405,69
2006		€ 5.531,88	€ 12.727,66	€ 12.181,50	€ 30.441,03	€ 5.662,53	€ 10.719,31	€ 12.229,66	€ 28.611,50	€ 59.052,53
2007		€ 4.667,81	€ 12.714,19	€ 12.168,03	€ 29.550,03	€ 3.754,13	€ 11.325,72	€ 12.281,06	€ 27.360,91	€ 56.910,94
2008		€ 5.563,03	€ 13.046,56	€ 11.042,63	€ 29.652,22	€ 4.414,34	€ 12.071,50	€ 12.635,16	€ 29.121,00	€ 58.773,22
2009		€ 5.587,50	€ 12.932,03	€ 11.337,22	€ 29.856,75	€ 3.840,75	€ 11.903,28	€ 13.011,03	€ 28.755,06	€ 58.611,81
2010		€ 5.598,66	€ 13.119,50	€ 11.042,63	€ 29.760,78	€ 4.173,13	€ 13.239,25	€ 12.635,16	€ 30.047,53	€ 59.808,31
Gesamtergebnis		€ 31.803,75	€ 77.240,34	€ 70.816,66	€ 179.860,75	€ 27.507,41	€ 69.795,09	€ 73.399,25	€ 170.701,75	€ 350.562,50

Die nächste Abbildung und Tabelle zeigt, wie sich die Kosten eines bestimmten Zeitraums auf die Standorte verteilen, wobei unterschieden wird, ob die Kosten durch Personalaufwand, Materialaufwand oder Dienstleistungsaufwand entstanden sind.

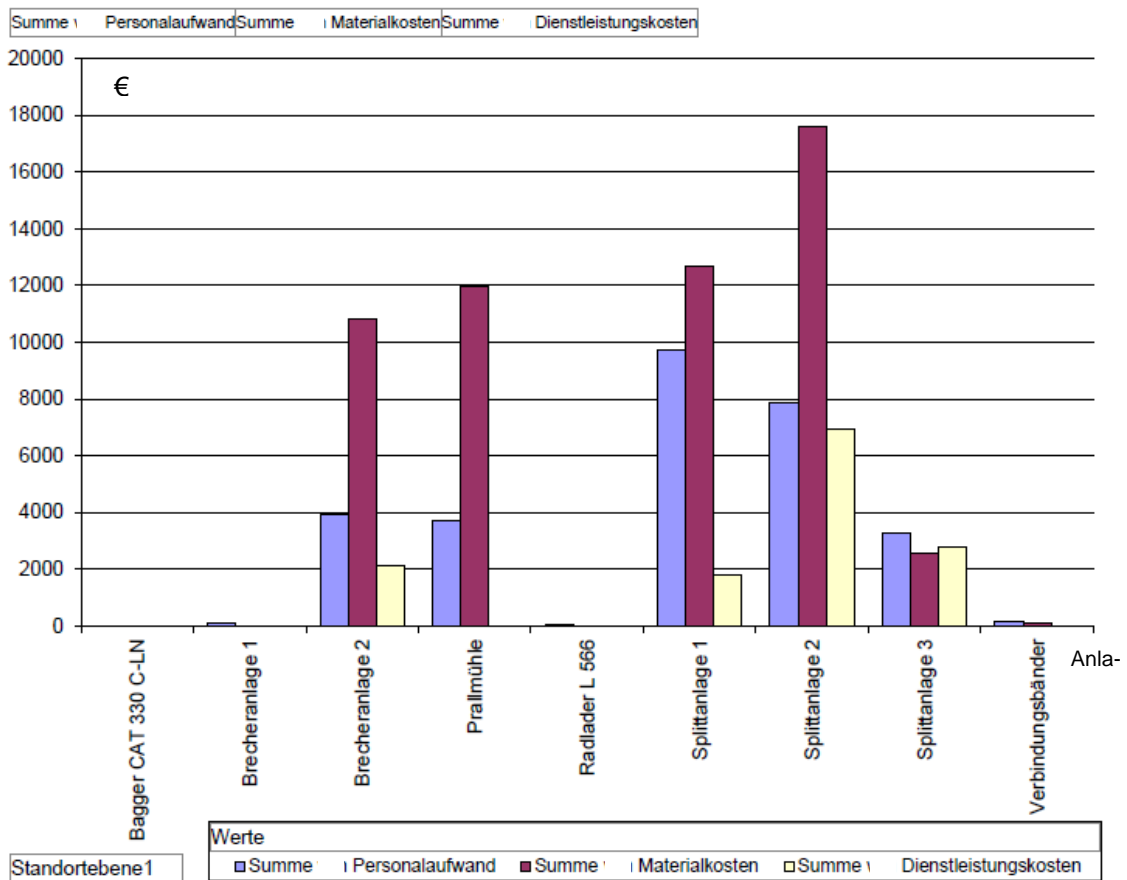
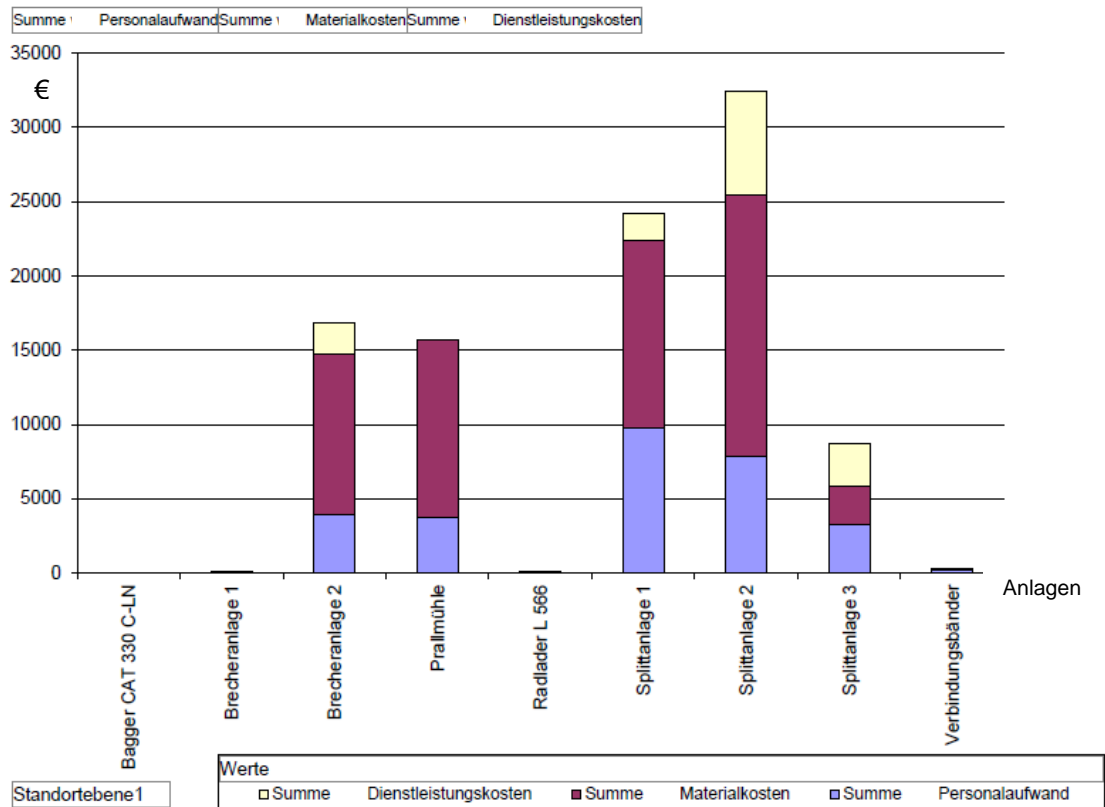


Abb. 5.24: Report: Kosten eines Zeitraumes auf Standort.

Tab. 5.4: Pivot-Tabelle zum Report: „Kosten eines Zeitraumes auf Standort“.

Standortebene1	Daten					
	Summe	Personalaufwand	Summe	Materialkosten	Summe	Dienstleistungskosten
Bagger CAT 330 C-LN		€ 20,00		€ 10,00		€ 0,00
Brecheranlage 1		€ 120,00		€ 0,00		€ 0,00
Brecheranlage 2		€ 3.950,00		€ 10.813,00		€ 2.100,00
Prallmühle		€ 3.728,00		€ 11.989,00		€ 0,00
Radlader L 566		€ 50,00		€ 20,00		€ 0,00
Splittanlage 1		€ 9.745,00		€ 12.672,00		€ 1.800,00
Splittanlage 2		€ 7.867,00		€ 17.583,00		€ 6.950,00
Splittanlage 3		€ 3.290,00		€ 2.573,00		€ 2.800,00
Verbindungsänder		€ 150,00		€ 120,00		€ 0,00
Gesamtergebnis		€ 28.920,00		€ 55.780,00		€ 13.650,00

Die nächsten drei Abbildungen zeigen unterschiedliche Darstellungsmöglichkeiten des Kostenverlaufes über die Standorte. Anschließend ist die dazugehörige Tabelle angeführt.

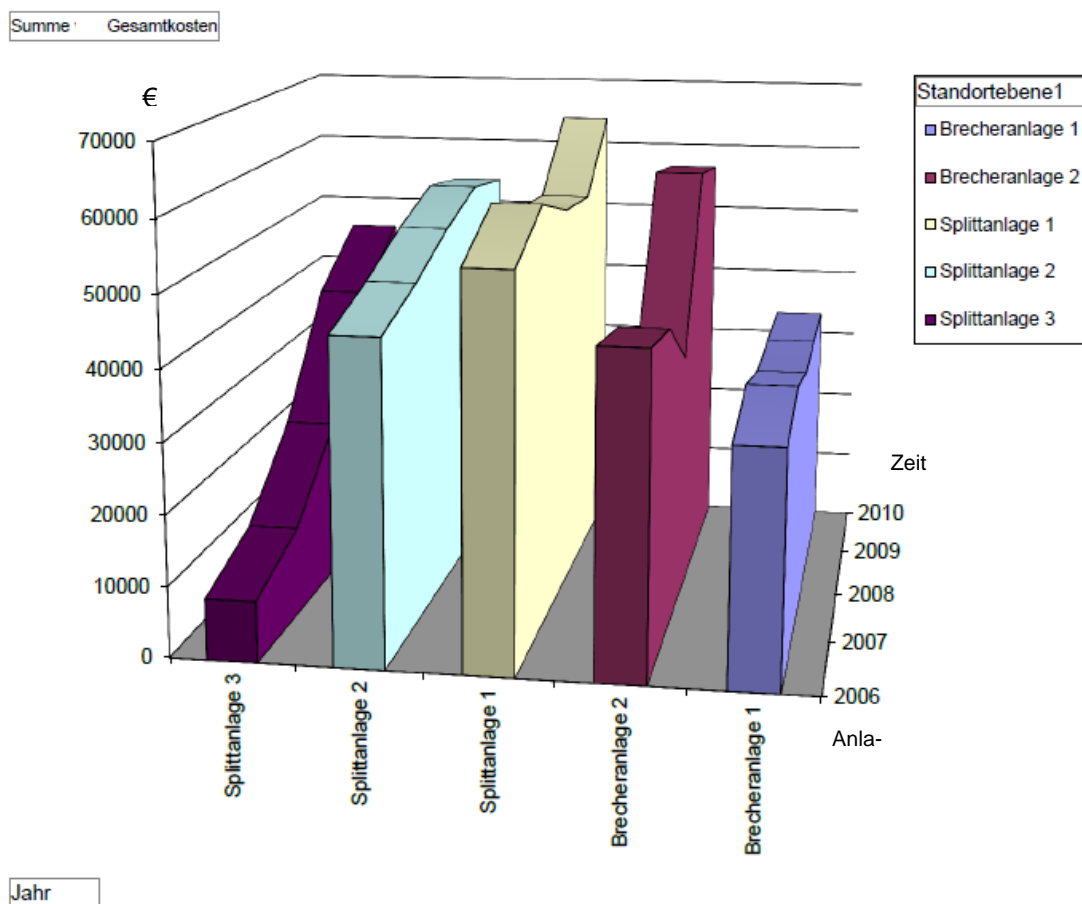


Abb. 5.25: Report: Kosten auf Standort 3D-Balken über Zeit.

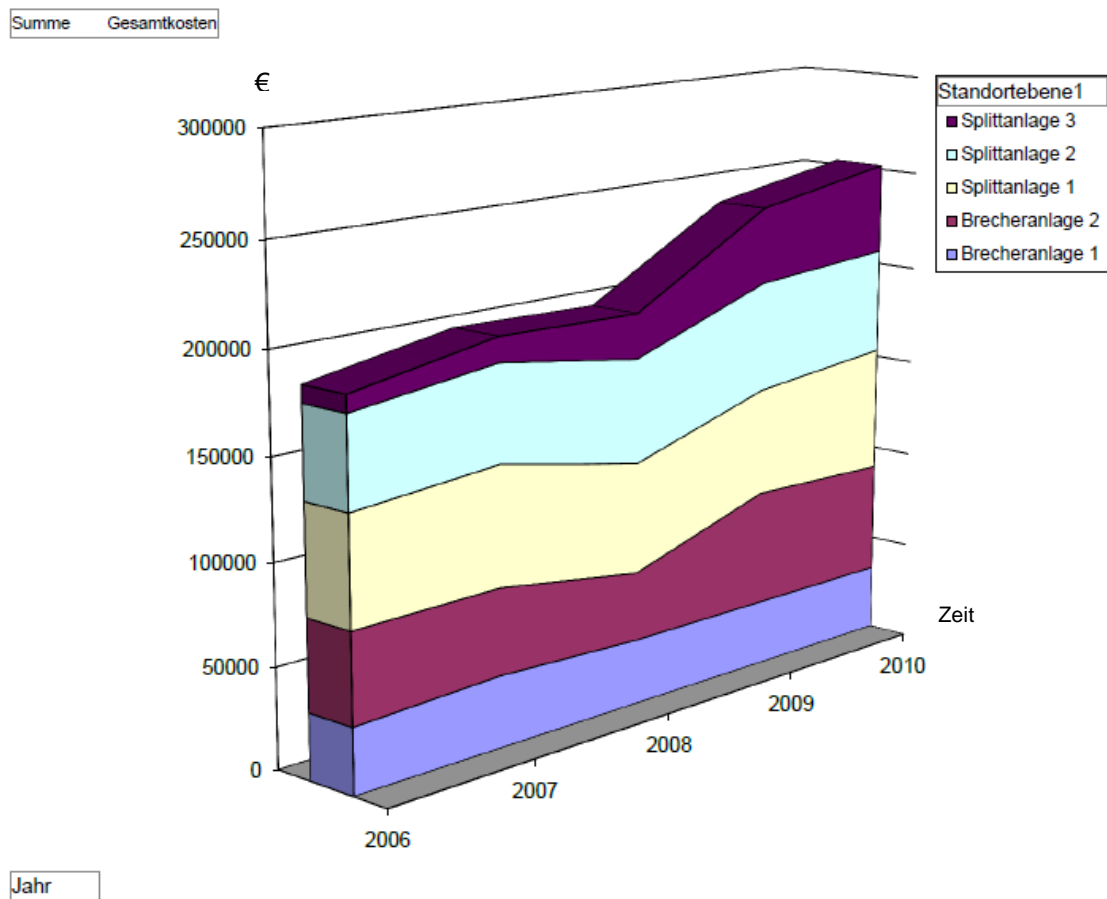


Abb. 5.26: Report: Kosten auf Standort 3D-Einzelbalken über Zeit.

Der Vorteil in dieser Ansicht liegt darin, dass man gut erkennen kann, ob die Kosten eines Standortes auffällig in eine Richtung wegnicken. Es ist unter Umständen normal, dass die Kosten sprunghaft steigen oder fallen. Dies kann durch die Auslastung oder durch Investitionen in der Anlage bedingt sein.

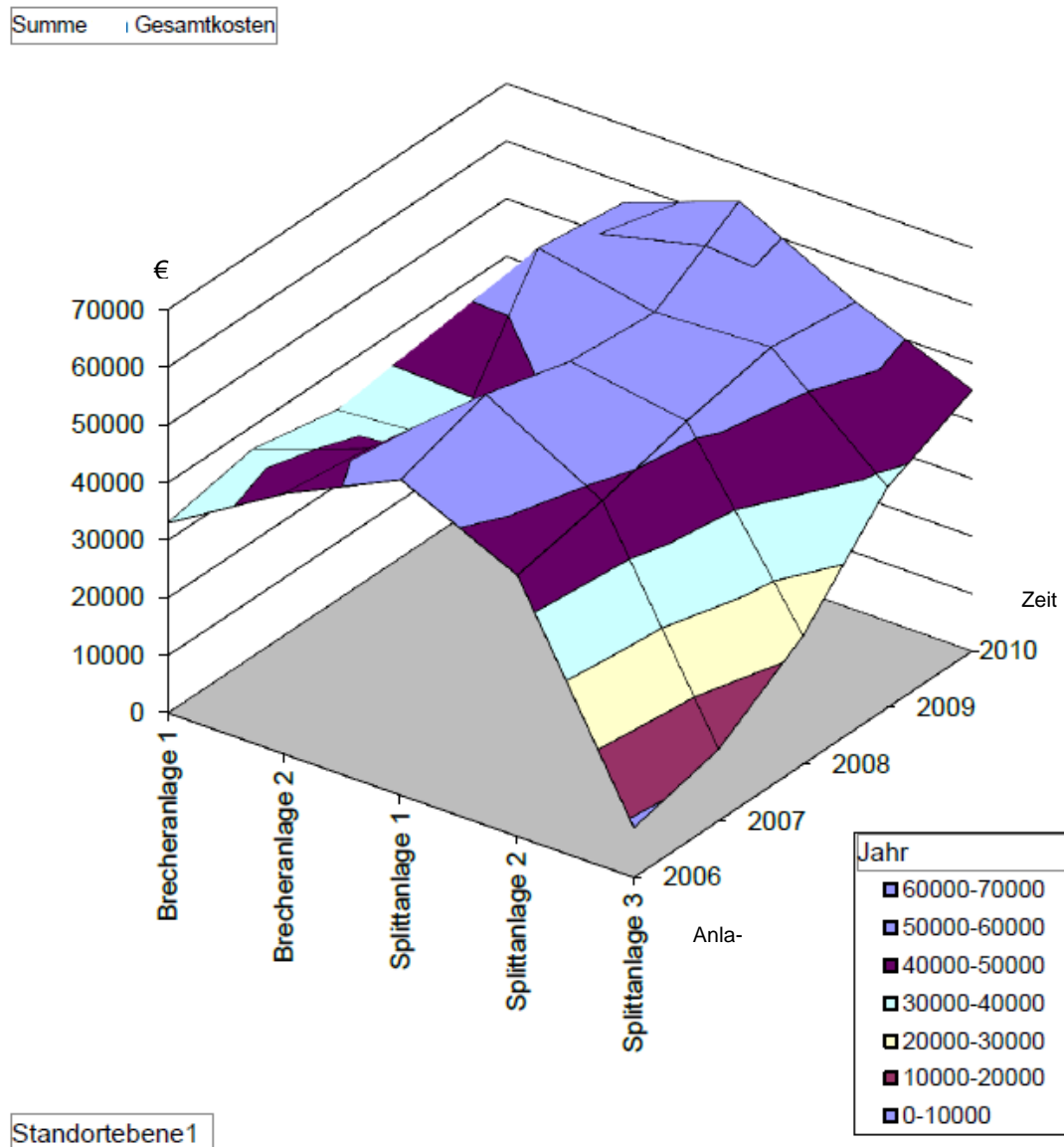


Abb. 5.27: Report: Kosten auf Standort 3D-Oberflächendiagramm über Zeit.

Tab. 5.5: Pivot-Tabelle zu den Reports: „Kosten auf Standort über Zeit“.

Summe	Gesamtkosten	Standortebene1					
Jahr		Brecheranlage 1	Brecheranlage 2	Splittanlage 1	Splittanlage 2	Splittanlage 3	Gesamtergebnis
2006	€ 32.987,00	€ 45.238,00	€ 54.763,00	€ 45.345,00	€ 8.643,00	€ 186.976,00	
2007	€ 35.987,00	€ 43.238,00	€ 59.763,00	€ 48.434,00	€ 12.453,00	€ 199.875,00	
2008	€ 32.987,00	€ 34.523,00	€ 55.643,00	€ 52.433,00	€ 22.345,00	€ 197.931,00	
2009	€ 32.987,00	€ 58.345,00	€ 54.332,00	€ 55.432,00	€ 38.345,00	€ 239.441,00	
2010	€ 32.987,00	€ 56.343,00	€ 63.763,00	€ 53.454,00	€ 45.321,00	€ 251.868,00	
Gesamtergebnis	€ 167.935,00	€ 237.687,00	€ 288.264,00	€ 255.098,00	€ 127.107,00	€ 1.076.091,00	

In folgender Abbildung und Tabelle wird dargestellt wie sich gewisse Tätigkeiten an Standorten häufen.



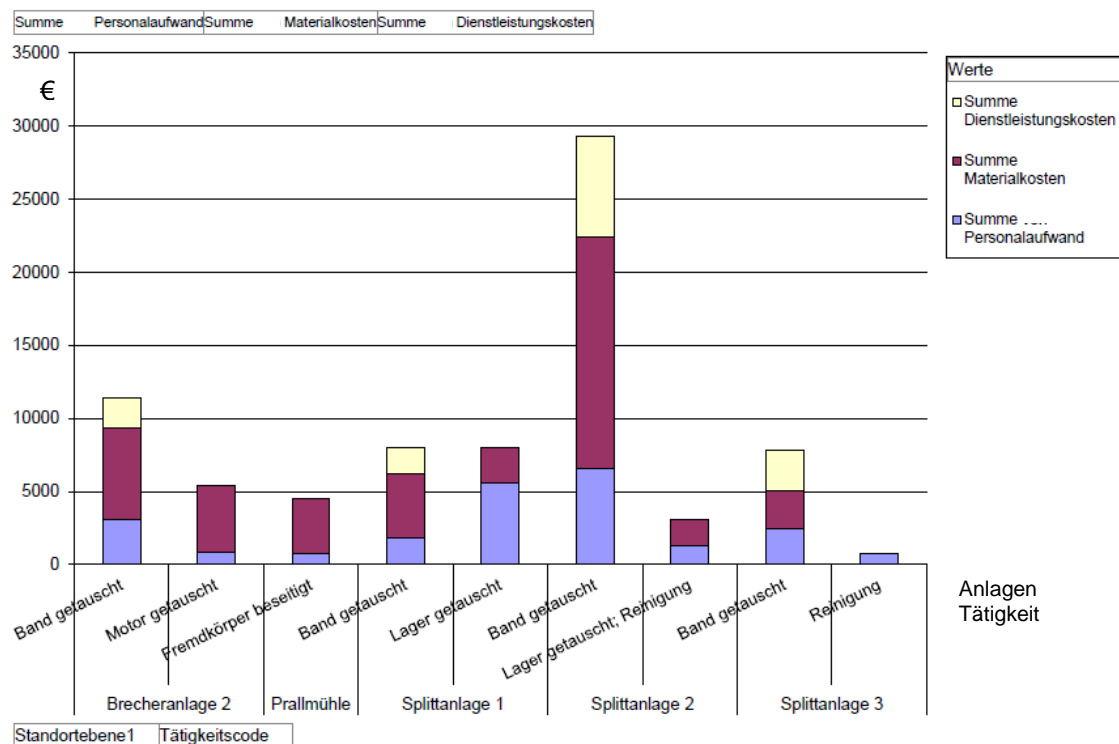


Abb. 5.28: Report: Kosten auf Standort und Tätigkeitscode.

Tab. 5.6: Pivot-Tabelle zum Report: „Kosten auf Standort und Tätigkeitscode“.

		Daten					
Standortebene1	Tätigkeitscode	Summe	Personalaufwand	Summe	Materialkosten	Summe	Dienstleistungskosten
Brecheranlage 2	Band getauscht		€ 3.100,00		€ 6.253,00		€ 2.100,00
	Motor getauscht		€ 850,00		€ 4.560,00		€ 0,00
Brecheranlage 2 Ergebnis			€ 3.950,00		€ 10.813,00		€ 2.100,00
Prallmühle	Fremdkörper beseitigt		€ 730,00		€ 3.789,00		€ 0,00
Prallmühle Ergebnis			€ 730,00		€ 3.789,00		€ 0,00
Splittanlage 1	Band getauscht		€ 1.800,00		€ 4.398,00		€ 1.800,00
	Lager getauscht		€ 5.600,00		€ 2.400,00		€ 0,00
Splittanlage 1 Ergebnis			€ 7.400,00		€ 6.798,00		€ 1.800,00
Splittanlage 2	Band getauscht		€ 6.600,00		€ 15.793,00		€ 6.950,00
	Lager getauscht; Reinigung		€ 1.267,00		€ 1.790,00		€ 0,00
Splittanlage 2 Ergebnis			€ 7.867,00		€ 17.583,00		€ 6.950,00
Splittanlage 3	Band getauscht		€ 2.500,00		€ 2.543,00		€ 2.800,00
	Reinigung		€ 750,00		€ 0,00		€ 0,00
Splittanlage 3 Ergebnis			€ 3.250,00		€ 2.543,00		€ 2.800,00
Gesamtergebnis			€ 23.197,00		€ 41.526,00		€ 13.650,00

In Abbildung „Report: Kosten auf Standort im Zeitraum-Paarvergleich“ und der dazu-gehörigen Tabelle werden die Kosten der Standorte in zwei Zeitbereichen miteinander verglichen.

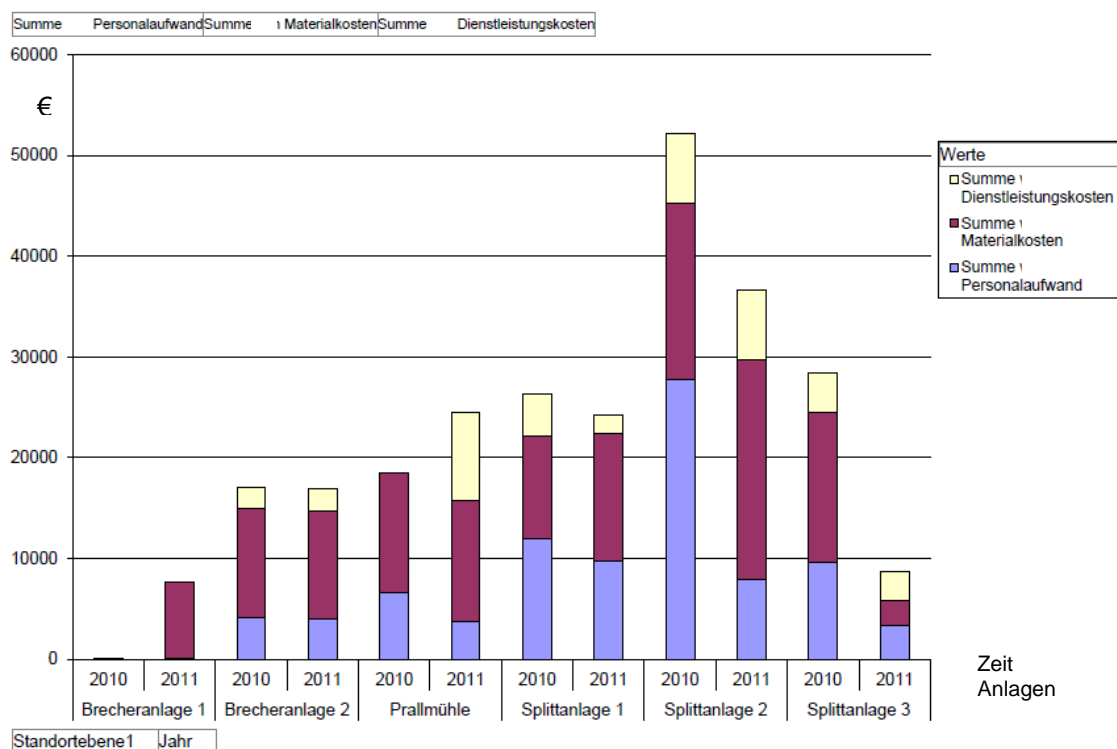


Abb. 5.29: Report: Kosten auf Standort im Zeitraum-Paarvergleich.

Tab. 5.7: Pivot-Tabelle zum Report: „Kosten auf Standort im Zeitraum-Paarvergleich“.

		Daten			
Standortebene1	Jahr	Summe	Personalaufwand	Summe	Dienstleistungskosten
Brecheranlage 1	2010		€ 120,00	€ 0,00	€ 0,00
	2011		€ 120,00	€ 7.544,00	€ 0,00
Brecheranlage 1 Ergebnis			€ 240,00	€ 7.544,00	€ 0,00
Brecheranlage 2	2010		€ 4.100,00	€ 10.813,00	€ 2.100,00
	2011		€ 3.950,00	€ 10.813,00	€ 2.100,00
Brecheranlage 2 Ergebnis			€ 8.050,00	€ 21.626,00	€ 4.200,00
Prallmühle	2010		€ 6.565,00	€ 11.989,00	€ 0,00
	2011		€ 3.728,00	€ 11.989,00	€ 8.765,00
Prallmühle Ergebnis			€ 10.293,00	€ 23.978,00	€ 8.765,00
Splittanlage 1	2010		€ 11.966,00	€ 10.254,00	€ 4.146,00
	2011		€ 9.745,00	€ 12.672,00	€ 1.800,00
Splittanlage 1 Ergebnis			€ 21.711,00	€ 22.926,00	€ 5.946,00
Splittanlage 2	2010		€ 27.711,00	€ 17.583,00	€ 6.950,00
	2011		€ 7.867,00	€ 21.816,00	€ 6.950,00
Splittanlage 2 Ergebnis			€ 35.578,00	€ 39.399,00	€ 13.900,00
Splittanlage 3	2010		€ 9.594,00	€ 14.855,00	€ 4.031,00
	2011		€ 3.290,00	€ 2.573,00	€ 2.800,00
Splittanlage 3 Ergebnis			€ 12.884,00	€ 17.428,00	€ 6.831,00
Gesamtergebnis			€ 88.756,00	€ 132.901,00	€ 39.642,00

Als letztes wir in folgender Abbildung und Tabelle aufgezeigt wie sich die Aufwendungen nach Tätigkeitscode darstellen lassen.

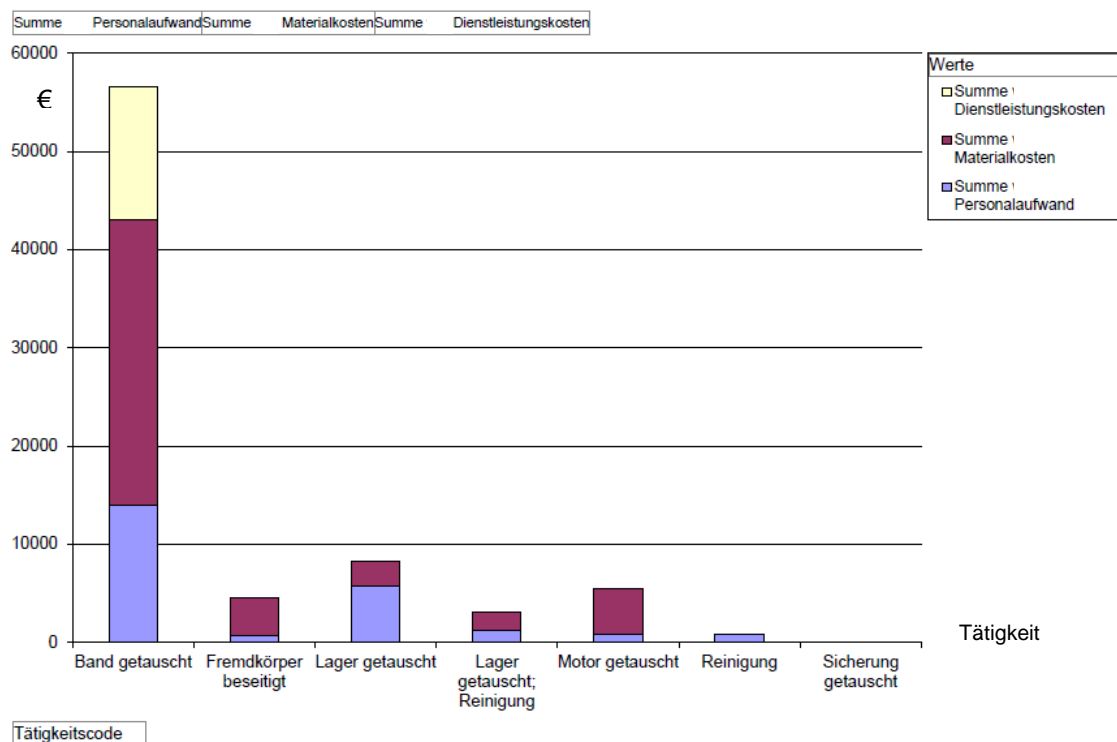


Abb. 5.30: Report: Kosten auf Tätigkeitscode.

Tab. 5.8: Pivot-Tabelle zum Report: „Kosten auf Tätigkeitscode“.

	Daten		
Tätigkeitscode	Summe ... Personalaufwand	Summe ... Materialkosten	Summe ... Dienstleistungskosten
Band getauscht	€ 14.000,00	€ 28.987,00	€ 13.650,00
Fremdkörper beseitigt	€ 730,00	€ 3.789,00	€ 0,00
Lager getauscht	€ 5.750,00	€ 2.520,00	€ 0,00
Lager getauscht; Reinigung	€ 1.267,00	€ 1.790,00	€ 0,00
Motor getauscht	€ 850,00	€ 4.560,00	€ 0,00
Reinigung	€ 750,00	€ 0,00	€ 0,00
Sicherung getauscht	€ 20,00	€ 10,00	€ 0,00
Gesamtergebnis	€ 23.367,00	€ 41.656,00	€ 13.650,00

## 6 Wirtschaftlichkeit

### 6.1 Reorganisation

Durch die Nutzung von bereits bestehenden Ressourcen ist die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nicht Teil der Entscheidungsgrundlage, dennoch wurden sämtliche Maßnahmen unter wirtschaftlichen Überlegungen eingeleitet. Allerdings wäre es mit den derzeitigen Daten und dem zur Verfügung stehenden Umfang der Arbeit nicht seriös den wirtschaftlichen Vorteil durch die Reorganisation in Zahlen zu fassen. Grund dafür ist die Komplexität des Sachverhaltes. Es wäre zwar leicht zu errechnen was eine Stunde Ausfall unter Volllast und Teillast kostet, doch ohne historische Daten ist es nicht möglich festzustellen, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Ausfall bei Volllast und mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Ausfall bei Teillast auftritt. Um in Zukunft genau diese Aussagen treffen zu können werden in weiterer Folge die Daten gesammelt.

### 6.2 Investitionsrechnung

#### 6.2.1 Investitionsentscheidung

##### *Beweggrund*

In diesem Abschnitt der Arbeit soll die Möglichkeit der Bewertung einer Investition beleuchtet werden.

Auf Grundlage der bereits zur Verfügung stehenden Daten wurde seitens der Firma die Investition in einen neuen Bagger als sinnvollste Investitionsmöglichkeit erachtet. Für den Fuhrpark gibt es sehr genaue Aufzeichnungen über die angefallenen Kosten. Daraus ließ sich erkennen, dass ein Bagger nach 5 bis 7 Jahren ersetzt werden muss, da ansonsten die Betriebskosten untragbar hoch werden und die Produktionssicherheit nicht mehr ausreichend hoch gewährleistet ist. In Zukunft sollen auch für die anderen Anlagen Daten zur Beurteilung vorhanden sein.

Dieses Kapitel zeigt rationale Entscheidungshilfen bei Einzelinvestitionen auf. Rational arbeiten heißt, nach dem ökonomischen Prinzip zu wirtschaften. Dies ist ein normatives Prinzip, dessen Realisierung nur annäherungsweise möglich ist. Eine maximale Umsetzung würde die vollkommene Information über alle Einflussfaktoren voraussetzen. Das ökonomische Prinzip oder auch Wirtschaftlichkeitsprinzip hat sowohl eine mengenmäßige als auch wertmäßige Zielsetzung.

Das Wirtschaftlichkeitsprinzip ist wertneutral und systemindifferent, also von jeglicher Wirtschaftsordnung unabhängig. Es gibt nur Auskunft über die Art des wirtschaftlichen Handelns, nicht über das Ziel. Ziele wirtschaftlichen Handelns können sein: Gewinnerzielung, Beschäftigungsauslastung, Absicherung oder Vergrößerung von Marktanteilen. Unabhängig von solchen, teilweise divergierenden Zielsetzungen wird jeder Teil-

nehmer am Wirtschaftsleben, sowohl Konsument als auch Produzent, versuchen nach dem ökonomischen Prinzip zu wirtschaften.

Das ökonomische Prinzip findet seinen wertmäßigen Ausdruck in den Begriffspaaren Aufwand und Ertrag bzw. Kosten und Leistung. Das Ergebnis stellt sich dar als Minimierung des Aufwandes bzw. der Kosten oder als Maximierung des Ertrags bzw. der Leistung. Die Differenz beider Werte ist das wirtschaftliche Ergebnis. Ein positives Ergebnis ist Gewinn, ein negatives Ergebnis ist Verlust. Da das Anlagenmanagement nicht direkt in die Betriebsergebnisse eingreift, wird das Hauptaugenmerk auf die Reduzierung des Aufwandes bzw. der Kosten gelegt.

Auf dem Wirtschaftlichkeitsprinzip aufbauend ergibt sich die folgende Definition des Wirtschaftens: Wirtschaften heißt, durch planvolle Tätigkeit unter Betrachtung des ökonomischen Prinzips die Bedürfnisse des Menschen mit relativ knappen Gütern bestmöglich zu befriedigen.<sup>147</sup>

## *Planung*

Mit der Erneuerung einer Anlage verbundenen Investitionen steht immer die Frage der Rechtfertigung selbiger durch den erzielbaren Erfolg gegenüber. Im Rahmen der Evaluierung der Investitionsentscheidungen sind die Konsequenzen der Investitionsalternativen von zentraler Bedeutung, da diese oft durch hohe Kapitalbindung und Langfristigkeit gekennzeichnet sind. Die Investition ist „eine betriebliche Tätigkeit, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten  $t$  Aus- und Einzahlungen ( $z_t < 0$ ,  $z_t > 0$ ) verursacht, wobei dieser Vorgang immer mit einer Auszahlung beginnt“. Im Gegensatz dazu ist die Finanzierung als Handlung definiert, deren Zahlungsreihe mit einer Einzahlung beginnt.

Bei vermögensbestimmter Betrachtung steht die bilanzielle Umwandlung von Kapital in Vermögen durch Investitionsprozesse im Vordergrund.<sup>148</sup>

Der Prozess der Investitionsplanung als Umsetzung von Investitionsanregungen in ein reales Projekt ist eine wichtige dispositive Funktion der Unternehmensführung. Ziel eines solchen Systems von Entscheidungen ist die Umsetzung von Zielen (formale, materielle, monetäre, nichtmonetäre) gemäß einer Strategie, welche durch Maßnahmen bei gegebenen Entscheidungsalternativen erreicht werden.

Die Investitionsentscheidung gliedert sich demgemäß in folgende entwicklungslogische Phasen:<sup>149</sup>

- Investitionsanregung (Problemstellungs- und Suchphase): Wille zur Investition, das Vorhandensein eines Wahlproblems, gewinnbringende Investitionsmöglichkeiten als Konkurrenzvorteil.

---

<sup>147</sup> Vgl. Bartzsch Wolf H.: Betriebswirtschaft für Ingenieure, 7. Auflage, Berlin, 2001, S. 26 ff..

<sup>148</sup> Vgl. Kruschwitz L.: a. a. O., S.22 ff..

<sup>149</sup> Vgl. Seicht, G.: Investitionen und Finanzierung, 10. Auflage, Wien, 2001, S. 241.

- Entscheidungsvorbereitung (Beurteilungsphase): Ermittlung der Konsequenzen der Entscheidungsalternativen; Phase der Datenerhebung, Investitionsrechnung und Vergleich der Konsequenzen anhand der Auswahlkriterien mit Investitionszielen.
- Investitionsentscheidung: schrittweise Reduktion der Entscheidungsmöglichkeiten; Entschlussfassung des Investors für eine Handlungsalternative.
- Realisierung: Vollzug der Investition.
- Kontrolle: Vergleich tatsächlich eingetretener Konsequenzen mit Zielvorgaben durch Investitionsnachrechnung; Anpassungsmaßnahmen.<sup>150</sup>

### *Einzelinvestition*

Um zur Planung eines optimalen Investitionsprogrammes zu gelangen, sind zunächst die angestrebten Investitionen planerisch zu optimieren. Dabei kann ein einziges Investitionsobjekt auf seine Vorteilhaftigkeit hin betrachtet werden.

Es ist aber auch möglich, dass für eine Investition mehrere Investitionsalternativen vorliegen, deren vorteilhafteste zu ermitteln ist. Schließlich kann zu beurteilen sein, ob ein altes durch ein neues Investitionsobjekt ersetzt werden soll.

Bei Einzelinvestitionen ist folgender Ablauf typisch:

Die Investition kann beispielsweise wegen nicht mehr ausreichender Kapazitäten, neuer verbesserter Produktionsverfahren, neuer verbesserter Materialien, veränderter Erwartungen der Abnehmer, neuer Vorschriften des Gesetzgebers angeregt werden. Das Investitionsproblem wird zweckmäßigerweise schriftlich beschrieben und begründet, seine Dringlichkeit festgestellt und die sich aus der Investition für das Unternehmen ergebenden Vorteile und Nachteile werden dokumentiert. Die zur Beurteilung der Vorteilhaftigkeit der Investition geeigneten Bewertungskriterien sind festzulegen.

Quantitative Bewertungskriterien	Qualitative Bewertungskriterien
Kosten Gewinn Rentabilität Amortisationszeit Kapitalwert Interner Zinsfuß Lebensdauer Annuität	Wirtschaftliche Kriterien Technische Kriterien Soziale Kriterien Rechtliche Kriterien

Abb. 6.1: Bewertungskriterien.<sup>151</sup>

<sup>150</sup> Vgl. Kruschwitz L.: a. a. O., S.27 f..

Gegebenenfalls sind durch das Investitionsobjekt zwingend zu erfüllende Nebenbedingungen zu bestimmen, die als Begrenzungsfaktoren wirken, beispielsweise technische Mindestdaten einer Maschine. Die möglichen Investitionsalternativen werden daraufhin untersucht, ob sie die zuvor aufgestellten Nebenbedingungen erfüllen. Ist das der Fall, werden sie mithilfe obiger quantitativer bzw. qualitativer Bewertungskriterien untersucht.<sup>152</sup>

Die Investitionsrechnung dient der quantitativen Beurteilung von Investitionen, also der zahlenmäßigen Erfassung möglichst aller Faktoren und der Ableitung von Entscheidungskriterien. Die Relevanz und die Gewichtung der Entscheidungskriterien ist jedoch meist a priori vom Investor festgelegt, da sie Funktionen des Investitionsziels sind. Zwischen den Zielen eines Zielsystems herrschen bestimmte Beziehungen, die als indifferent, konkurrierend oder komplementär charakterisiert werden können.<sup>153</sup>

Jede Investitionsrechnung ist eine Vorscheurechnung. Sie plant mit Zukunftswerten, wobei sie sich auch auf die Erfahrung vergangener Werte stützt. Dennoch bleibt vor allem bei langfristigen Investitionen ein nicht genau definiertes Maß an Unsicherheit, ob und in welchem Umfang sich die erwarteten und geplanten Werte realisieren lassen. Eine weitere Unsicherheit liegt in der richtigen zeitlichen und wertmäßigen Zurechnung aller in die Investitionsrechnung einzubeziehenden Daten. Die zeitliche Betrachtung bezieht sich auf Abrechnungsperioden, die grundsätzlich den jeweiligen Rechnungs-jahren gleichgestellt sind.

Die Investitionsrechnungsverfahren stellen den Versuch dar, ein geplantes Investitionsvorhaben durch vorausschauende Berechnung und Beurteilung aller damit verbundenen Einflüsse möglichst weitgehend der zukünftigen Realität anzupassen. Hierzu ist das jeweils optimale Rechenverfahren auszuwählen.<sup>154</sup>

---

<sup>151</sup> Eigene Darstellung in Anlehnung an Olfert K./ Rahn J.: a. a. O., S. 300.

<sup>152</sup> Vgl. Olfert K./ Rahn J.: a. a. O., S. 300 ff.

<sup>153</sup> Vgl. Kruschwitz L.: a. a. O., S.29.

<sup>154</sup> Vgl. Bartsch Wolf H.: a. a. O., S. 512.

## 6.2.2 Basisdaten

Das zu betrachtende Objekt ist der Kettenbagger, welcher für den Abraum des Materials nach der Sprengung zuständig ist. Es handelt sich hierbei um einen Bagger der Klasse mit 50 Tonnen Einsatzgewicht. Aus firmenpolitischen Gründen fiel die Wahl auf ein spezielles Ersatzgerät. Unter anderem sind als Vorteile die Nähe der Service-stelle und der geringere Verbrauch zu nennen.

In folgender Tabelle sind die technischen Eckdaten angeführt um die Größenordnung abschätzen zu können. Die Daten aus einem technischen Datenblatt können nicht direkt auf die Leistungsfähigkeit der Maschine umgelegt werden, da einige Daten wie Geschwindigkeiten nicht bekannt gegeben werden und andere Daten sich nicht messen lassen, wie zum Beispiel die Bedienung/Steuerung.

Tab. 6.1: Technische Daten.<sup>155</sup>

	<b>345BL (ALT)</b>	<b>R954L (NEU)</b>	
Einsatzgewicht	47,4	49,3-60,4	t
Motorleistung	216	240	KW
Löffelinhalt	2,2	1,64-3,5	m <sup>3</sup>

In folgender Abbildung ist das zu ersetzende Gerät zu sehen. In diesem Fall muss das Material auf einen Mulde geladen werden. Die Mulde befördert das Gestein zur Fallrinne. Über die Fallrinne fällt das Material ca. 200 m in die Tiefe bis zur Talsohle.



Abb. 6.2: Caterpillar 345BL.<sup>156</sup>

<sup>155</sup> Herstellerangaben.



Das Foto im Anschluss zeigt das neue Gerät. Das Bild wurde dem Angebot von Liebherr entnommen.



Abb. 6.3: Liebherr R945L.<sup>157</sup>

Um die Vergleichsrechnungen durchzuführen mussten zuerst einige Basisdaten gesammelt werden. Dafür musste ein Angebot vom Hersteller eingeholt werden und Gespräche mit den Mitarbeitern, wie dem Geschäftsführer, Betriebsleiter, Maschinenführer und Buchhaltung geführt werden. Die folgenden Basisdaten beziehen sich auf die derzeitigen Preise.

---

<sup>156</sup> Foto aus Steinbruch Nov. 2011.

<sup>157</sup> Foto aus Liebherr Angebot.

Tab. 6.2: Basisdaten Investition.

Beschreibung	<b>345BL (ALT)</b>	<b>R954L (NEU)</b>	Ein- heit	Quelle
Betriebsstundenzählerstand	799	695	h/j	Zähler/Abgl.
Verbrauch	39	33	l/h	Betrieb/Herst.
Anschaffungskosten (5 Jahre/ neu)	137.000	352.000	€	marktüblich
Liquidationserlös (7 Jahre/ 7 Jahren)	85.000	140.000	€	marktüblich
Liquidationserlös (-/ 5 Jahren)	-	201.000	€	Linear berechnet
Serviceintervall	1.000	10.000	h	Hersteller
Servicekosten	3,51	3,61	€/h	Hersteller
Treibstoff	1,1	1,1	€/l	Betrieb
Instandsetzung	8.431	1.730	€/j	Betrieb
Gehälter/Gemeinkostenlöhne	960	960	€	Betrieb
Löhne	17.184	14.944	€/j	Betrieb
Sonstige Fixkosten (Versicherung...)	2.400	2.400	€/j	Betrieb
Erlös pro Tag	380,65	395,78	€/t	marktüblich

In der oben angeführten Tabelle sind die Basisdaten angeführt, welche für die Berechnung des Investitionsvergleiches relevant sind. Aus den technischen Angaben wie den 35 % höheren Löffelinhalt und der Abschätzung des Gerätebedieners heraus, wurde für das neue Gerät eine um 15 % geringere Laufleistung abgeleitet. Dies begründet sich mit der höheren Leistungsfähigkeit des neuen Gerätes. Dies machte sich auch in der Jahreslohn-Kalkulation bemerkbar. Die Herstellerangaben wurden schriftlich per E-Mail und mündlich per Telefon eingeholt. Die Instandsetzungskosten beruhen auf den Aufzeichnungen des Unternehmens. Die Kosten für das alte Gerät basieren auf den Kosten der letzten Jahre, die Kosten für das neue Gerät beruhen auf den 12 Monaten bzw. 2000 Betriebsstunden Gewährleistung des Herstellers und den Instandsetzungskosten der ersten Jahren. Die Anschaffungskosten der alten Maschine sowie die Liquidationserlöse wurden über die aktuellen Marktpreise bei den Gebrauchtmaschinen ermittelt. Für den Erlös pro Maschinenstunde wurde der günstigste Anbieter für Mietgeräte gesucht, anschließend wurden vom Langzeittarif ein Rabatt sowie die Mehrwertsteuer abgezogen. Der Erlös der neuen Maschine wurde wiederum abgeleitet.

### 6.2.3 Statische Berechnung

Zuerst wurden die Basisdaten für die statische Berechnung in die richtigen Einheiten umgerechnet und erweitert. Die aufbereiteten Basisdaten sind der unten angeführten Tabelle zu entnehmen.

Tab. 6.3: Aufbereitete Basisdaten.

Ausgangswerte	Eingabefelder	
	345BL (alt)	R954C (neu)
<b>Allgemeines</b>		
Gewünschte Rentabilität	5,00%	5,00%
Anschaffungskosten	137.000,00 €	352.000,00 €
Liquidationserlös	85.000,00 €	140.000,00 €
Nutzungsdauer	2	7 Jahre
Einheiten im Jahr	799	695 Stunden
Erlös pro Jahr	92.164,00 €	95.991,00 €/Jahr
<b>Fixkosten</b>		
Fremdfinanzierungszins	0,00%	0,00%
Kalkulatorische Abschreibungen	26.000,00 €	30.285,71 €/Jahr
Gehälter und Gemeinkostenlöhne	960,00 €	960,00 €/Jahr
Sonstige Fixkosten	2.400,00 €	2.400,00 €/Jahr
Summe der Fixkosten	29.360,00 €	33.645,71 €/Jahr
<b>Variable Kosten</b>		
Löhne und Lohnnebenkosten	17.184,00 €	14.944,00 €/Jahr
Treibstoffkosten	34.277,10 €	25.228,50 €/Jahr
Service/Wartung/Instandsetzung	11.236,00 €	4.416,00 €/Jahr
Summe der variablen Kosten	62.697,10 €	44.588,50 €/Jahr
<b>Gesamtkosten</b>	<b>92.057,10 €</b>	<b>78.234,21 €/Jahr</b>

Da die interne Verrechnung im Erlös sehr knapp kalkuliert wurde, kann die gewünschte Rentabilität mit 5 % angenommen werden. Da das Unternehmen aus Erfahrung weiß, dass die Instandsetzungskosten zwischen 5 und 7 Jahren tragbar sind und die alte Maschine 5 Jahre alt ist, ergibt sich eine Restnutzungsdauer von 2 Jahren bei der alten Maschine. Da das neue Modell als sehr hochwertig gilt, kann von einer Nutzungsdauer von 7 Jahren ausgegangen werden. Die Einheiten pro Jahr ließen sich vom Betriebsstundenzähler ablesen bzw. für die neue Maschine ableiten. Bei den Fixkosten konnten die Fremdkapitalzinsen mit Null angenommen werden, da das Gerät eigenfinanziert werden soll. Die kalkulatorische Abschreibung hat sich wie folgt ermittelt. (Da sich in der Literatur keine einheitliche Symbolik findet, werden die meisten Gleichungen in Textform angeschrieben.) Werden die Daten aus der Basisdatentabelle in die Gleichungen eingesetzt, gelangt man zu den Ergebnissen im Anschluss.

$$\text{Kalkulatorische Abschreibung} = \frac{\text{Kapitaleinsatz}}{\text{Nutzungsdauer}}$$

Für den Kapitaleinsatz gilt folgende Gleichung:

$$\text{Kapitaleinsatz} = \text{Anschaffungskostn} - \text{Liquidationserlös}$$

Die Gehälter und Gemeinkostenlöhne wurden vom Betrieb errechnet. Sie beinhalten den Aufwand für die Verwaltung und Logistik. Unter sonstige Fixkosten fallen beispielsweise die Versicherung sowie ein Spezialaufbau auf einen Geländewagen, um die Fahrzeuge im Abraumbereich zu betanken. Zu den variablen Kosten gehören der Lohn des Maschinenführers, die Treibstoffkosten sowie die Service-/Wartungs-/Instandsetzungskosten. Diese Daten standen beim Unternehmen in ausreichender Genauigkeit zur Verfügung.

### *Kostenvergleichsrechnung*

Der Kostenvergleich wird durch das Errechnen der Kosten auf eine Einheit ermöglicht. Die Einheit ist in diesem Fall die Betriebsstunde.

$$\text{Kosten pro Einheit} = \frac{\text{Gesamtkosten}}{\text{Einheiten}}$$

$$\text{Gesamtkosten} = \text{Fixkosten} + \text{Variable Kosten}$$

### *Gewinnvergleichsrechnung*

Der Gewinn lässt sich wie folgt ermitteln.

$$\text{Gewinn} = \text{Erlös} - \text{Kosten}$$

### *Rentabilitätsvergleichsrechnung*

Die Rentabilität ist die Verzinsung des eingesetzten Kapitals und lässt sich wie folgt errechnen.

$$\text{Rentabilität} = \frac{\text{durchschnittl. Periodengewinn}}{\text{durchschnittl. Kapitaleinsatz}}$$

$$\text{Durchschnittl. Periodengewinn} = \text{Erlös pro Periode} - \text{Gesamtkosten pro Periode}$$

$$\text{Durchschnittl. Kapitaleinsatz} = \frac{\text{Anschaffungskostn} + \text{Liquidationserlös}}{2}$$

### *Amortisationsvergleichsrechnung*

Die Amortisationszeit gibt den Zeitpunkt an, ab welchen sich eine Investition als gewinnbringend erweist.

$$\text{Durchschnittl. Amortisationszeit} = \frac{\text{Kapitaleinsatz}}{\text{Durchschnittl. Rückfluss pro Periode}}$$

$$\text{Durchschnittl. Rückfluss} = \text{Abschreibung} + \text{Gewinn}$$

### *Ergebnisse statisch*

Die Ergebnisse sprechen dafür, die Investition durchzuführen, wie in folgender Tabelle zur Übersicht der Ergebnisse zu sehen ist.

Tab. 6.4: Ergebnisse statische Methoden.

Vergleichsmethode	345BL (alt)	R954C (neu)	
<b>Kostenvergleichsrechnung</b>			
Pro Einheit	115,22 €	112,57 €	
Kostendifferenz		2,65 €	
Pro Periode (pro Jahr)	92.057,10 €	78.234,21 €	€/Jahr
Kostendifferenz		13.822,89 €	
<b>Gewinnvergleichsrechnung</b>			
Pro Einheit	0,13 €	25,55 €	
Gewinndifferenz		25,42 €	
Pro Periode (pro Jahr)	106,90 €	17.756,79 €	€/Jahr
Gewinndifferenz		17.649,89 €	
<b>Rentabilitätsvergleichsrechnung</b>			
Rentabilität	0,10%	7,22%	
Rentabilitätsdifferenz		7,12%	
Erfüllung mit der gewünschten Rentabilität	nicht erfüllt	erfüllt	
<b>Amortisationsvergleichsrechnung</b>			
Durchschnittsmethode Amortisationszeit	1,99	1,08	Jahre
Amortisationszeitdifferenz		0,91	Jahre

## 6.2.4 Dynamische Berechnung

Für die dynamischen Berechnungsmethoden wurden die Basisdaten, wie in unten angeführter Tabelle zu sehen, aufbereitet. Im Wesentlichen sind die Daten gleich geblieben. Ausnahme sind die Instandhaltungskosten, diese wurden in Service/Wartungskosten und Instandsetzungskosten geteilt. Dies war möglich und notwendig, da die Hersteller unterschiedliche Serviceintervalle angegeben haben. Bei der alten Maschine liegt der Serviceintervall bei 1000 Betriebsstunden, bei der Neuen bei 10000 Betriebsstunden bzw. 60 Monaten. Des Weiteren wurden jene Ausgaben, welche vorhersehbar steigen werden, um die jeweiligen Werte angehoben. Für die Löhne und Gehälter wurde der 10-Jahresdurchschnitt der Istlohn-Erhöhen des Metallgebers herangezogen, der bei 2,48 % jährlich liegt. Für die Treibstoffpreise wurde eine Erhöhung von 2,2 % angenommen, welche sich auf die Angaben vom ÖAMTC stützt. Für die restlichen Werte wurde die Durchschnittsinflation laut Statistik Austria von 1,84 % angenommen. Um dem Ausfallverhalten (Badewannenkurve) Ausdruck zu verleihen, wurden die Ausfallkosten der alten Maschine summiert und bei der neuen Maschine entsprechend aufgeteilt. Dies bedeutet, im ersten Jahr fallen durch die Gewährleistung keine Instandsetzungskosten an, anschließend werden drei Jahre gleichbleibende Aufwendungen angenommen, dann wurde ein Jahr mit 20 % und zwei Jahre mit 50 % Steigerung angenommen.

Bei der dynamischen Berechnung gibt es für jeden der beiden Fälle eine Basisdatentabelle. Im Wesentlichen unterscheiden sie sich in den ersten beiden Jahren und im Liquiditätserlös.

Tab. 6.5: Basisdaten für dynamische Berechnung: Ersatz sofort.

R954C (neu)		Investitionsobjekt R954C (neu)					
Art	Betrag						
<b>Einnahme</b>		Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3	Jahr 4	Jahr 5	Jahr 6
Liquiditätserlös							
Umsatzerlöse		95.991,00 €	97.757,23 €	99.555,97 €	101.387,80 €	103.253,33 €	105.153,19 €
<b>Summe</b>		<b>95.991,00 €</b>	<b>97.757,23 €</b>	<b>99.555,97 €</b>	<b>101.387,80 €</b>	<b>103.253,33 €</b>	<b>105.153,19 €</b>
<b>Ausgabe</b>							
Anschaffungskosten							
Gemeinkostenlöhne		960,00 €	983,81 €	1.008,21 €	1.033,21 €	1.058,83 €	1.085,09 €
Sonstige Fixkosten		2.400,00 €	2.444,16 €	2.489,13 €	2.534,93 €	2.581,58 €	2.629,08 €
Löhne		14.944,00 €	15.314,61 €	15.694,41 €	16.083,64 €	16.482,51 €	16.891,28 €
Treibstoff		25.228,50 €	25.783,53 €	26.350,76 €	26.930,48 €	27.522,95 €	28.128,46 €
Service/Wartung						14.421,00 €	
Instandsetzung			1.247,00 €	1.269,94 €	1.293,31 €	1.551,97 €	2.327,96 €
<b>Summe pro Periode</b>		<b>43.532,50 €</b>	<b>45.773,11 €</b>	<b>46.812,46 €</b>	<b>47.875,57 €</b>	<b>63.618,84 €</b>	<b>51.061,86 €</b>

Tab. 6.6: Basisdaten für dynamische Berechnung: Ersatz in zwei Jahren.

345BL (alt) - R954C (neu)		Investitionsobjekt 345BL (alt) R954C (neu)					
Art	Betrag						
<b>Einnahme</b>		Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3	Jahr 4	Jahr 5	Jahr 6
Liquiditätserlös			85.000,00 €				
Umsatzerlös		92.164,00 €	93.859,82 €	99.555,97 €	101.387,80 €	103.253,33 €	105.153,19 €
<b>Summe</b>		<b>92.164,00 €</b>	<b>178.859,82 €</b>	<b>99.555,97 €</b>	<b>101.387,80 €</b>	<b>103.253,33 €</b>	<b>105.153,19 €</b>
<b>Ausgabe</b>							
Anschaffungskosten			352.000,00 €				
Gemeinkostenlöhne		960,00 €	983,81 €	1.008,21 €	1.033,21 €	1.058,83 €	1.085,09 €
Sonstige Fixkosten		2.400,00 €	2.444,16 €	2.489,13 €	2.534,93 €	2.581,58 €	2.629,08 €
Löhne		17.184,00 €	17.610,16 €	15.694,41 €	16.083,64 €	16.482,51 €	16.891,28 €
Treibstoff		34.277,00 €	35.031,09 €	26.350,76 €	26.930,48 €	27.522,95 €	28.128,46 €
Service/Wartung		- €	3.500,00 €	- €	- €	14.421,00 €	- €
Instandsetzung		4.215,00 €	6.322,50 €	1.269,94 €	1.293,31 €	1.551,97 €	2.327,96 €
<b>Summe pro Periode</b>		<b>59.036,00 €</b>	<b>417.891,73 €</b>	<b>46.812,46 €</b>	<b>47.875,57 €</b>	<b>63.618,84 €</b>	<b>51.061,86 €</b>

### Ermittlung Barwert der Überschüsse

Die Überschüsse lassen sich auf den jeweiligen Barwert wie folgt diskontieren.

$$\text{Barwert der Überschüsse} = \text{Überschuss} * \text{Abzinsfaktor}$$

$$\text{Überschuss} = \text{Einnahmen} - \text{Ausgaben}$$

$$\text{Abzinsfaktor} = \frac{1}{(1 + \text{kalk. Zinssatz})^{\text{Jahr}}}$$

In folgenden Abbildungen sind die jeweiligen Überschüsse abgezinst. Durch das Angeben der Abzinsungsfaktoren entsteht bei der Kalkulation eine sehr gute Vorstellung von der Auswirkung des Zinseszinsseffekts.

Tab. 6.7: Ergebnistabelle: Ersatz in zwei Jahren „Barwert der Überschüsse“.

345BL (alt) - R954C (neu)	Jahr	Einnahmen	Ausgaben	Überschuss	Abzinsfaktor	Barwert der Überschüsse
	0		137.000,00 €	-137.000,00 €	1,000000	-137.000,00 €
	1	92.164,00 €	59.036,00 €	33.128,00 €	0,952381	31.550,48 €
	2	178.859,82 €	417.891,73 €	-239.031,91 €	0,907029	-216.808,99 €
	3	99.555,97 €	46.812,46 €	52.743,51 €	0,863838	45.561,82 €
	4	101.387,80 €	47.875,57 €	53.512,23 €	0,822702	44.024,64 €
	5	103.253,33 €	63.618,84 €	39.634,49 €	0,783526	31.054,66 €
	6	105.153,19 €	51.061,86 €	54.091,33 €	0,746215	40.363,78 €
	7	308.088,01 €	53.338,86 €	254.749,15 €	0,710681	181.045,47 €

Tab. 6.8: Ergebnistabelle: Ersatz sofort „Barwert der Überschüsse“.

R954C (neu)	Jahr	Einnahmen	Ausgaben	Überschuss	Abzinsfaktor	Barwert der Überschüsse
	0		352.000,00 €	-352.000,00 €	1,000000	-352.000,00 €
	1	95.991,00 €	43.532,50 €	52.458,50 €	0,952381	49.960,48 €
	2	97.757,23 €	45.773,11 €	51.984,13 €	0,907029	47.151,14 €
	3	99.555,97 €	46.812,46 €	52.743,51 €	0,863838	45.561,82 €
	4	101.387,80 €	47.875,57 €	53.512,23 €	0,822702	44.024,64 €
	5	103.253,33 €	63.618,84 €	39.634,49 €	0,783526	31.054,66 €
	6	105.153,19 €	51.061,86 €	54.091,33 €	0,746215	40.363,78 €
	7	247.088,01 €	53.338,86 €	193.749,15 €	0,710681	137.693,91 €



## Kapitalbarwert

$$\text{Kapitalbarwert} = \text{Bawert der Überschüsse} - \text{Anschaffungskosten}$$

Es ist hierbei zu beachten, dass der Liquiditätserlös im letzten Jahr im Überschuss berücksichtigt wurde.

## Annuität

$$\text{Annuität} = \text{Kapitalbarwert} * \text{Annuitätenfaktor}$$

$$\text{Annuitätenfaktor} = \frac{q^n * (q - 1)}{q^n - 1}$$

$$q = \text{Zinsfaktor} = (1 + \text{kalk. Zinssatz})$$

$$n \dots \text{Nutzungsdauer}$$

## Interner Zinsfuß

Bedingung:

$$\text{Kapitalbarwert} = 0$$

Interpolationsformel:

$$i_{\text{int}} = i_1 - C_{01} * \frac{i_2 - i_1}{C_{02} - C_{01}}$$

$i_{\text{int}}$  ... interner Zinsfuß

$i_1$  ... Zinssatz 1

$i_2$  ... Zinssatz 2

$C_1$  ... Kapitalbawert 1

$C_2$  ... Kapitalbawert 2

Es werden zwei Zinssätze angenommen. Einer muss über und einer unter der internen Verzinsung liegen. Mit den beiden Zinssätzen und Kapitalwerten lässt sich anschließend interpolieren.

Die Ergebnisse der dynamischen Berechnungen sind in folgender Tabelle dargestellt

Tab. 6.9: Ergebnistabelle: „dynamische Ersatzinvestitionsberechnung“.

	Ersatz in 2 Jahren	Ersatz jetzt
Barwert der Überschüsse	156.791,87 €	395.810,43 €
Anschaffungskosten	137.000,00 €	352.000,00 €
<b>Kapitalbarwert</b>	<b>19.791,87 €</b>	<b>43.810,43 €</b>
<b>Annuität</b>	<b>3.420,43 €</b>	<b>7.571,31 €</b>
<b>interner Zinsfuß</b>	<b>6,39%</b>	<b>7,76%</b>

Bei der dynamischen Berechnung bestätigt sich der Verdacht abermals. Eine sofortige Investition ist auch in wirtschaftlicher Hinsicht zu bevorzugen.

In folgenden Abbildungen wird das Prinzip der Diskontierung anhand der Zahlen dieser Berechnung nochmals grafisch dargestellt. Dabei kann man deutlich sehen wie sich der Zinseszinsseffekt auf die Ergebnisse auswirkt.

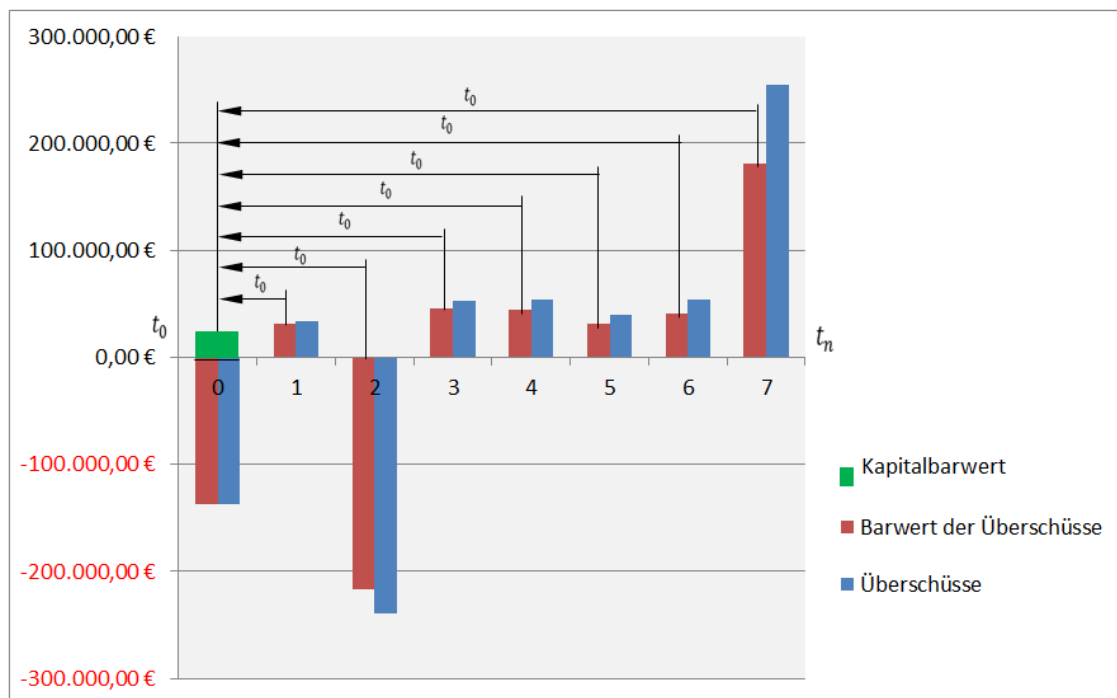


Abb. 6.4: Diskontierung: Ersatz in zwei Jahren.

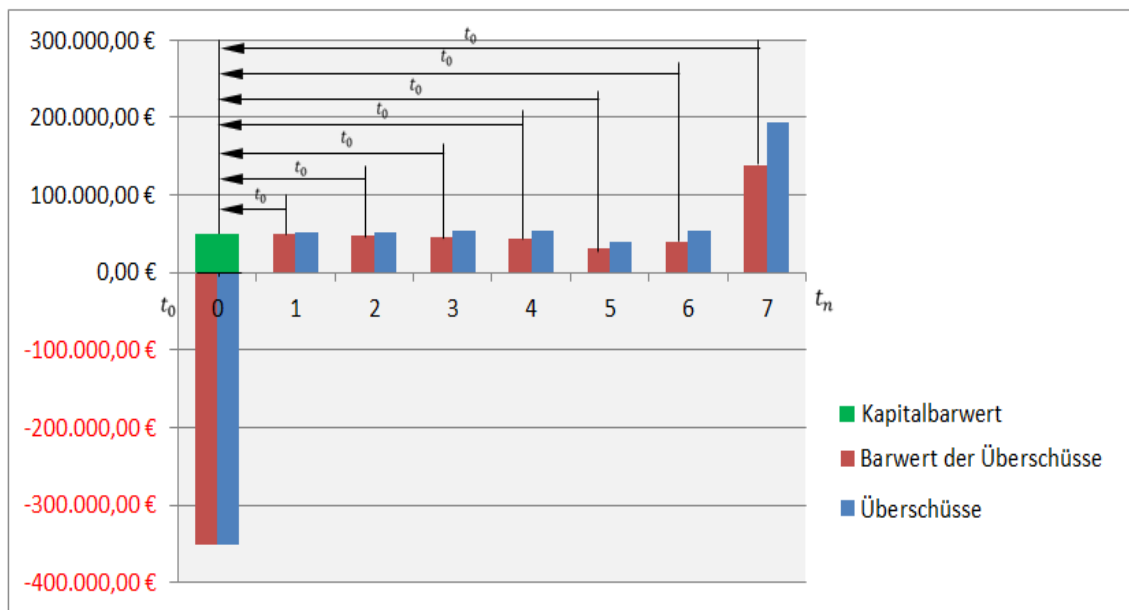


Abb. 6.5: Diskontierung: Ersatz jetzt.

## **7 Zusammenfassung**

### **7.1 Ergebnisse**

Die aus der Aufgabenstellung abgeleiteten Zielsetzungen wurden erreicht, somit kann man von einem durchwegs positiven Ergebnis sprechen.

- Die Einhaltung der Behördenauflagen ist durch die zyklische Erinnerungsfunktion im Outlook ein großes Stück weit sichergestellt.
- Die Herstellervorgaben sind in die Wartungs- und Inspektionspläne integriert worden.
- Mit dem Einsatz von Outlook, Excel und Powerpoint kamen nur Softwareprodukte zum Einsatz, welche bereits vorher im Betrieb genutzt wurden.
- Die Basis für ein Wissensmanagement wurde in Form der Outlookdatenbank umgesetzt. Die Filterfunktion erlaubt es sich die historischen Daten zu einem Standort zu filtern.
- Die gefilterten Daten im Outlook können einfach ins Excel importiert werden. Im Excel bietet sich die Pivot-Auswertung zur Schwachstellenanalyse an.
- Aus den bereits bestehenden Daten zur Instandhaltung konnte eine Schwachstelle gefunden und die Wirtschaftlichkeit der Ersatzinvestition nachgewiesen werden.

### **7.2 Maßnahmen**

Die angeführten Ergebnisse müssen nun zur Umsetzung gebracht werden. Die Umsetzungsphase sollte von einer externen Person begleitet werden. Auch in den Anfängen der Schwachstellenanalyse empfiehlt es sich externe Hilfe anzufordern.

### **7.3 Konsequenzen**

Bei gleichbleibender Arbeitsweise bleibt die Instandhaltung am Iststand stehen, da mit der derzeitigen Dokumentation keine ganzheitliche Betrachtung möglich ist, können nur bedingt Auswertung und Verbesserung abgeleitet werden. Dies wirkt sich negativ auf die Anlagenverfügbarkeit und auf die Instandhaltungskosten aus.

# Literaturverzeichnis

## *Monographien*

**Balzer G., Schorn Ch. (2011)**

Asset Management für Infrastrukturanlagen – Energie und Wasser, Heidelberg.

**Bartzsch Wolf H. (2001)**

Betriebswirtschaft für Ingenieure, Begriffe, Verfahren und Zusammenhänge der Allgemeinen Betriebswirtschaftslehre, 7. Auflage, Berlin.

**Biedermann H. (2008)**

Ersatzteilmanagement, Effiziente Ersatzteillogistik für Industrieunternehmen, 2., erweiterte und aktualisierte Auflage, Berlin Heidelberg.

**Bildner Ch. (2009)**

Microsoft Excel XP / 2003 Aufbauwissen, Excel für fortgeschrittene Anwender einschließlich VBA- Einführung, Passau.

**Brandstätter Ch. (2007)**

Grundlagen der Budgetierung, 1. Auflage, Norderstedt.

**Brugger, R. (2005)**

Der IT Business Case, Kosten erfassen und analysieren, Nutzen erkennen und quantifizieren, Wirtschaftlichkeit Nachweisen und Realisieren, Berlin

**Ester B. (2007)**

Unternehmensführung und Logistik, Benchmarks für die Ersatzteillogistik, 1. Auflage.

**Frey R. (2009)**

Internationalisierung von KMU als kulturelle Herausforderung an Strategie und Management, 1. Auflage, Norderstedt.

**Götz, U. (2010)**

Kostenrechnung und Kostenmanagement, 5. Auflage, Heidelberg.

**Hansmann K. (2006)**

Industrielles Management, 8. Auflage, München.

**Hebeisen W. (1999)**

F. W. Taylor und der Taylorismus, Über das Wirken und die Lehre Taylors und die Kritik am Taylorismus, Zürich.

**Holstein A. (2010)**

Entwicklung eines Konzeptes zur verbrauchsorientierten Energieverrechnung in der SKF GmbH, 1. Auflage, Norderstedt.

**Horváth, P. (1996)**

Controlling, 6. Auflage, München: Vahlen.

**Krökel, H. G. (1965)**

Zur Funktion des Controllers im Industriebetrieb der USA, Dissertation, Berlin.

**Kröll A. (2003)**

Interorganisationale Netzwerke, Nutzung Sozialen Kapitals für Markteintrittsstrategien, 1. Auflage, Wiesbaden.

**Kruschwitz L. (2005)**

Investitionsrechnung, 10. Auflage, München.

**Kusterer St. (2008)**

Qualitätssicherung im Wissensmanagement, Eine Fallstudienanalyse, Wiesbaden.

**Messinger, H./ Rüdener, W. (1975)**

Langenscheidts Handwörterbuch, Berlin/München/Zürich.

**Neudörfer A. (2005)**

Konstruieren sicherheitsgerechter Produkte, Methoden und systematische Lösungssammlung zur EG-Maschinenrichtlinie, 3. Auflage, Berlin.

**Olfert K./ Rahn J. (2008)**

Einführung in die Betriebswirtschaftslehre, 9. Auflage, Ludwigshafen.

**Papmehl, A. (1999)**

Personal- Controlling, 2., überarbeitete und erweiterte Auflage, Frankfurt a. M..

**Rasch A. (2000)**

Erfolgspotential Instandhaltung, Theoretische Untersuchung und Entwurf eines ganzheitlichen Instandhaltungsmanagements, Berlin.

**Reichel J., Müller G., Mandelartz J. (2009)**

Betriebliche Instandhaltung, Heidelberg.

**Rietz St. (2009)**

Geschäftsprozesse im Projektmanagement, Best Practices der Implementierung, Hamburg.

**Rudolf W. (2007)**

Prozessorganisation, 2. Auflage, München.

**Schlick St. (2007)**

Entflechtungsadjustiertes Anlagenmanagement von Versorgungsnetzen, Berlin.

**Schwießelmann J. (2007)**

Strategiefindung in der Instandhaltung am Beispiel von Tiefdruckmaschinen, Nordstedt, 1. Auflage.

**Seicht, G. (2001)**

Investitionen und Finanzierung, 10. Auflage, Wien.

**Teuscher H. (2006)**

Betriebswirtschaft, Einführung in die Problemstellungen und Lösungskonzepte der Betriebswirtschaftslehre, Zürich, 1. Auflage.

### *Internetquellen*

**URL: [http://www.arbeitsinspektion.gv.at/AI/Arbeitsschutz/Bergbau-Besonderheiten/bergbau\\_010.htm](http://www.arbeitsinspektion.gv.at/AI/Arbeitsschutz/Bergbau-Besonderheiten/bergbau_010.htm)**

(abgerufen am 7. November. 2011)

**URL: <http://www.eastconsult.eu/en/thermography>**

(abgerufen am 3. November. 2011)

**URL: <http://harrerbeton.at>**

(abgerufen am 17. Oktober. 2011)

**URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Steinbruch>**

(abgerufen am 17. Oktober. 2011)

### *Normen*

**NORM DIN 21800:1989**

**NORM DIN 31051:2003**

Grundlagen der Instandhaltung

**NORM DIN ISO 9001:2000**

Qualitätsmanagementnorm

**ÖNORM EN 13306:2001**

Begriffe der Instandhaltung

**ÖNORM M 9700:2005**

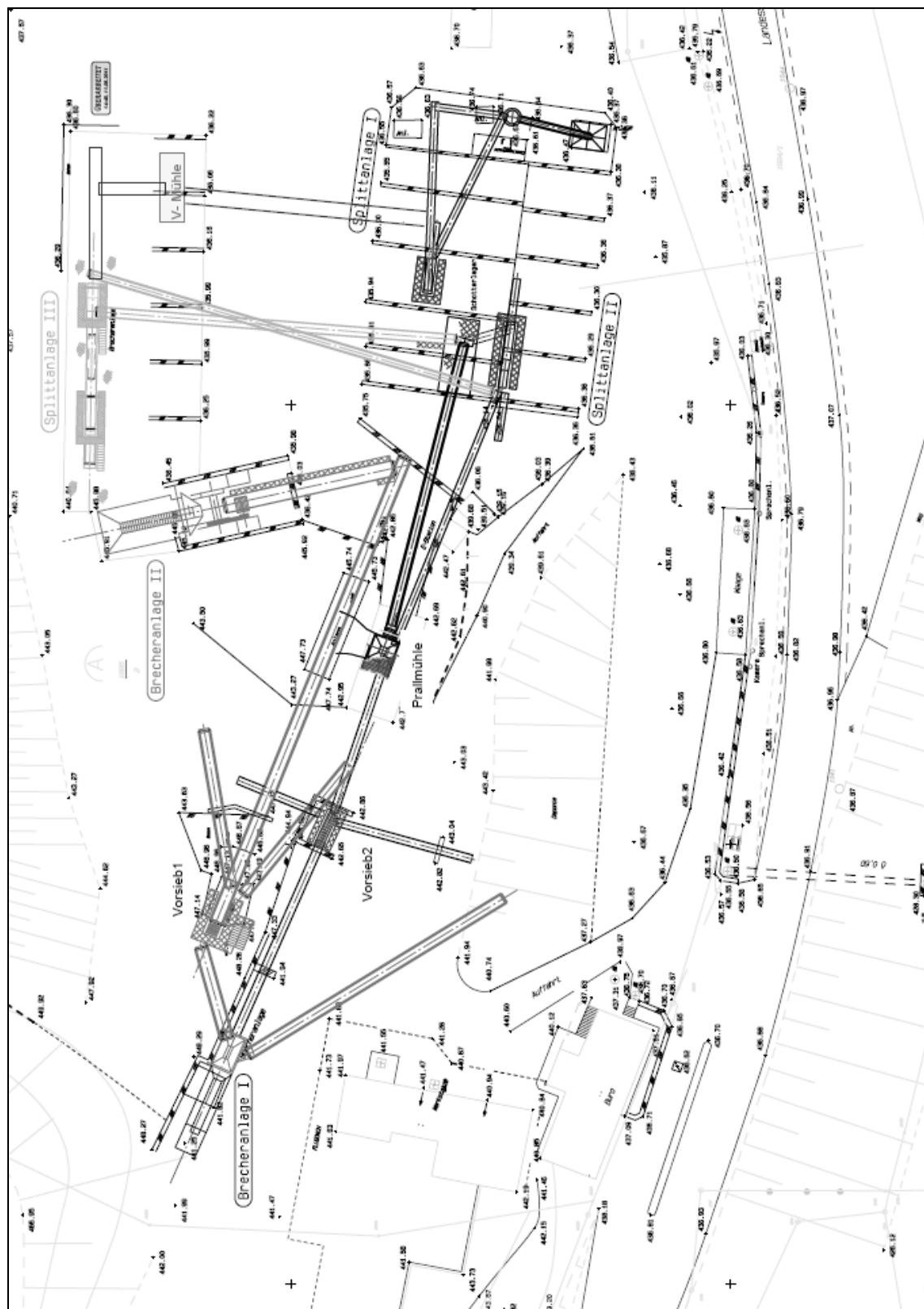
Stetigförderer; allgemeine Sicherheitsvorschriften

### *Sonstige Quellen*

**Herstellerangaben: Harrer Förder- Sieb und Aufbereitungsanlagen.**

## Anhang

### A Lageplan





## B      **Produktpalette**

<b>Schotterpalette</b>	<b>Betonpalette</b>
<p>Schotter 0/15, 0/25, 0/30  Schotter 0/70, 0/120  Wandschotter</p> <p>Rollierung 16/32, 30/60  Rollierung 70/120</p> <p>Betonschotter 0/16  Betonschotter 0/32</p> <p>Splitt 1 / 4, 2/4  Splitt 4/8, 4/12  Splitt 8/16  Streusplitt</p> <p>Sand 0/2  Sand 0/4  Sand 0/8  Kabelsand 0/8</p> <p>Schüttmaterial auf Anfrage!</p>	<p>Betongüte nach Ö-Norm B 4710-1, Größtkorn 22, Konsistenz F45, ab Werk</p> <p>C 8/10 X0 CEM II 42,5N  C 12/15 X0 CEM II 42,5N  C 16/20 X0 CEM II 42,5N  C 20/25 XC1 CEM II 42,5N  C 25/30 XC1 CEM II 42,5N</p> <p>C 30/37 B1 CEM II 42,5R  C 35/45 CEM II 42,5R  C 40/50 CEM II 42,5R  C 45/55 CEM II 42,5R</p> <p>SONDERMISCHUNGEN</p> <p>SZM  Lecabeton  Schaumleichtbeton</p> <p>Schwabbelestrich auf Anfrage  Splitt-Beschüttung auf Anfrage  Mörtel M5 auf Anfrage</p>

Tab. 7.1:      Produktpalette.<sup>158</sup>

<sup>158</sup> Vgl. URL: <http://harrerbeton.at> (abgerufen am 17. Oktober. 2011)

## C Schmierpläne

### **SCHMIERPLAN**

#### **Siebmaschinen**

<u>Pos.</u>	<u>Stk.</u>	<u>Anlagenteil</u>	<u>Schmiermittel</u>	<u>Mindest- füllmenge</u>	<u>Intervall</u>
1	2	Hauptlager innen	Wälzlagerfett EP2 Hochdruckfett*	10 - 15 ☼	30 Betriebsstunden
2	2	Hauptlager aussen	Wälzlagerfett EP 2 Hochdruckfett*	10 - 15 ☼	30 Betriebsstunden
3	2	Labyrinthringe	Wälzlagerfett EP 2	5 - 7 ☼	30 Betriebsstunden
4	1	Turbokupplung	lt. Beiblatt		

☼Die Einheit entspricht der Pumpenanzahl mit der Fettpresse pro Lager bzw. Labyrinthring.

\*Bei Nichteinhaltung der Mindestfüllmengen und bei Verwendung des falschen Lagerfettes wird keine Garantie gewährleistet.

**HARRER** Ges. m. b. H. 8121 Deutschfeistritz 450  
Förder-Sieb- u. Aufbereitungsanlagen

## SCHMIERPLAN

### Förderbänder

<u>Pos.</u>	<u>Stk.</u>	<u>Anlagenteil</u>	<u>Schmiermittel</u>	<u>Füllmenge</u>	<u>Intervall</u>
1	1	Getriebemotor	lt. Beiblatt		
2	2	Antriebslager	Wälzlagerfett EP 2	3 - 6 *	1x monatlich
3	2	Spannlager	Shell Alvania Graese 3	3 - 6 *	1x monatlich

Laut Hersteller ist ein Nachschmieren der verwendeten Kugellager nicht erforderlich, da diese auf Lebensdauer geschmiert sind. Bei besonders ungünstigen Betriebsbedingungen kann jedoch eine Nachschmierung erforderlich sein.

Besonders ungünstige Betriebsbedingungen sind zum Beispiel:  
Betriebstemperatur über 100°C, Spritzwasseranfall, starker Schmutzbefall,  
hohe Luftfeuchtigkeit und hohe Drehzahlen.

**Beim Nachschmieren ist darauf zu achten, daß das Fett nicht zu rasch eingepresst wird, da sonst die Dichtungen beschädigt werden können.**

Die Einheit entspricht der Pumpenzahl mit der Fettpresse pro Lager.

**HARRER** Ges. m. b. H.      8121 Deutschfeistritz 450  
Förder-Sieb- u. Aufbereitungsanlagen

## SCHMIERPLAN

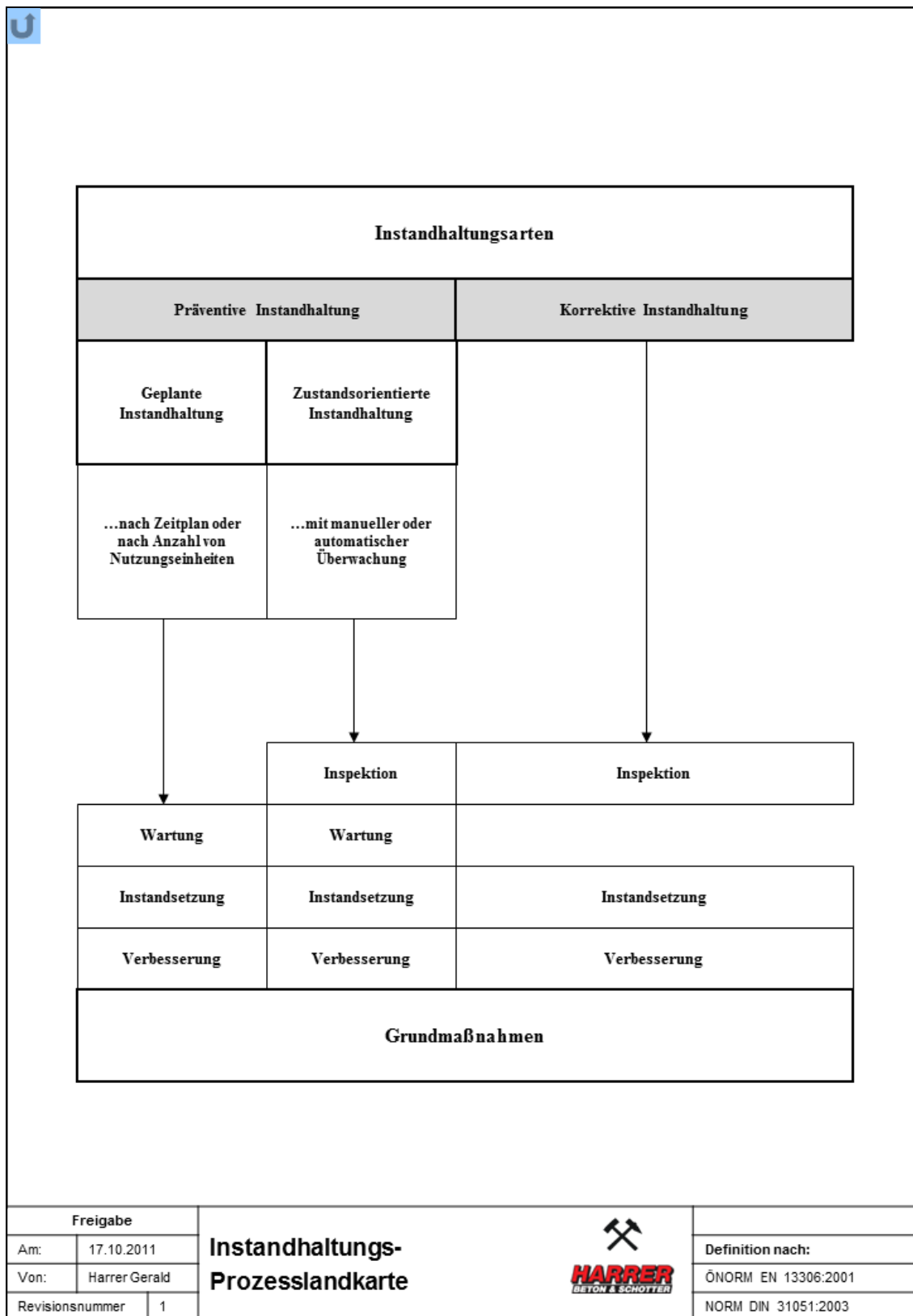
### Plattenförderer

<u>Pos.</u>	<u>Stk.</u>	<u>Anlagenteil</u>	<u>Schmiermittel</u>	<u>Füllmenge</u>	<u>Intervall</u>
1	1	Getriebemotor	lt. Beiblatt		
2	2	Antriebslager	Wälzlagerfett EP 2	10 - 15 *	2 x monatlich
3	2	Spannlager	Wälzlagerfett EP 2	10 - 15 *	2 x monatlich

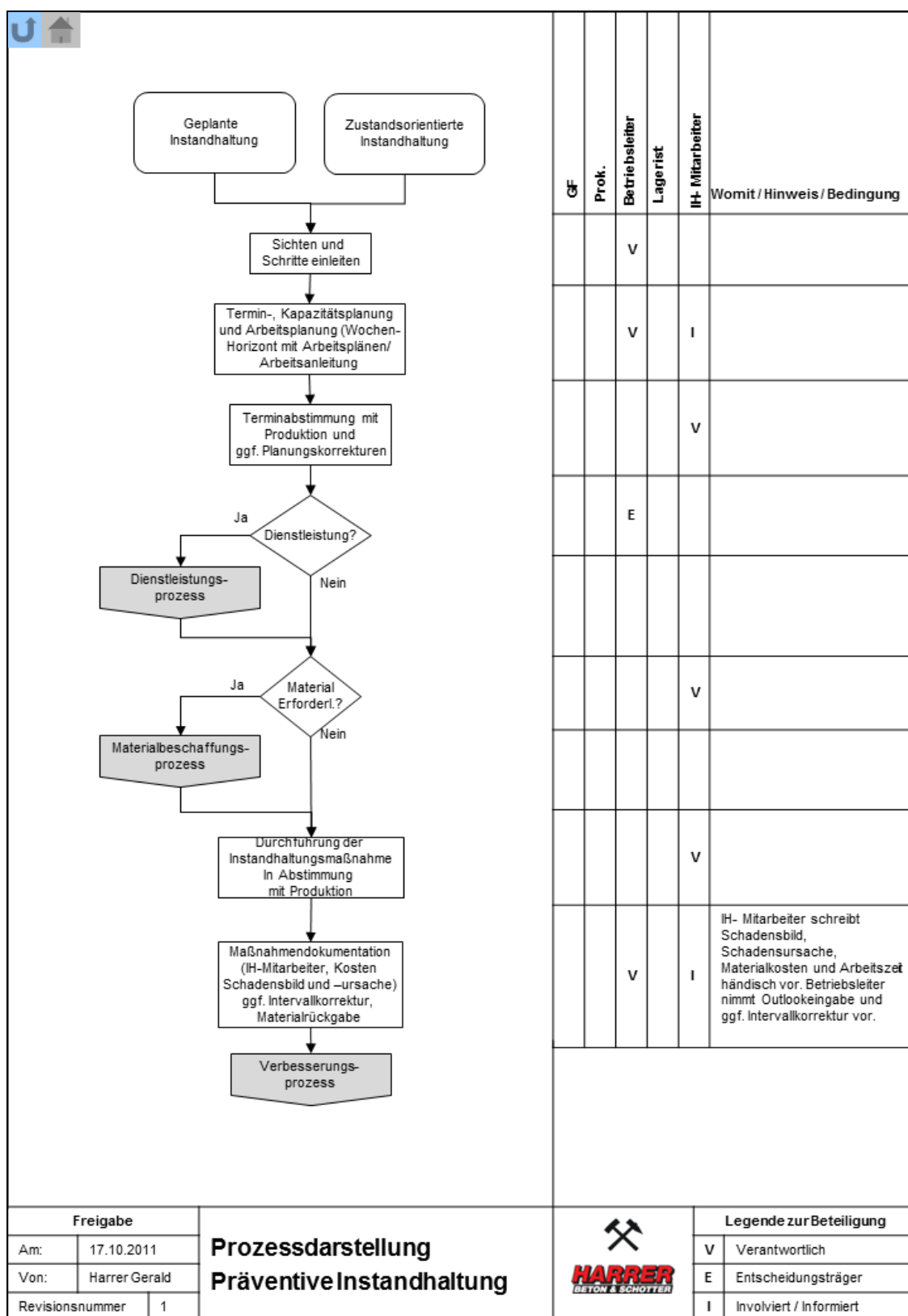
Die Einheit entspricht der Pumpenanzahl mit der Fettpresse pro Lager.

**HARRER** Ges. m. b. H.      8121 Deutschfeistritz 450  
Förder-Sieb- u. Aufbereitungsanlagen

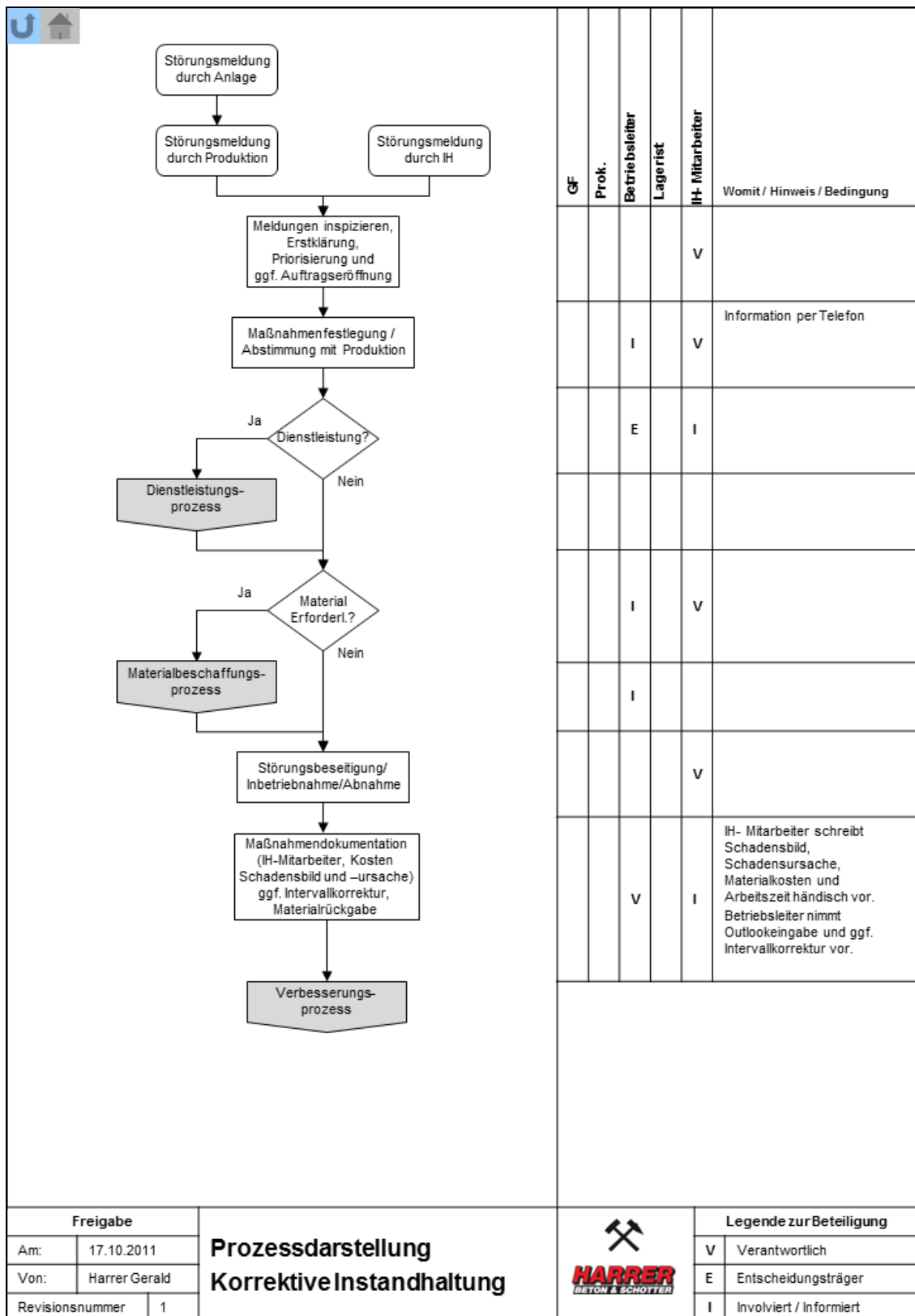
## D IH-Prozesse



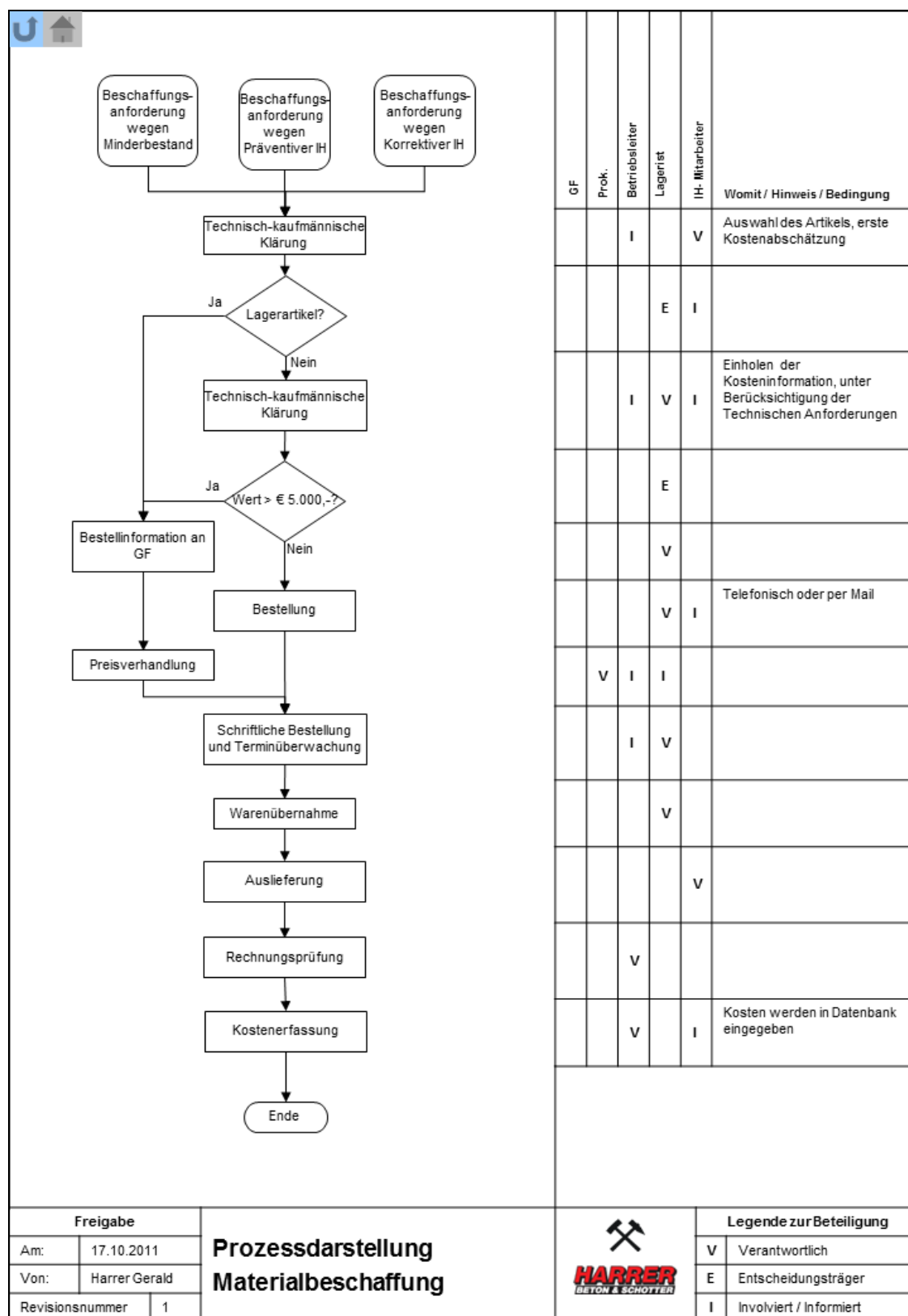
Anh. D.1: Instandhaltungs- Prozesslandkarte.



Anh. D.2: Prozessdarstellung präventive Instandhaltung.

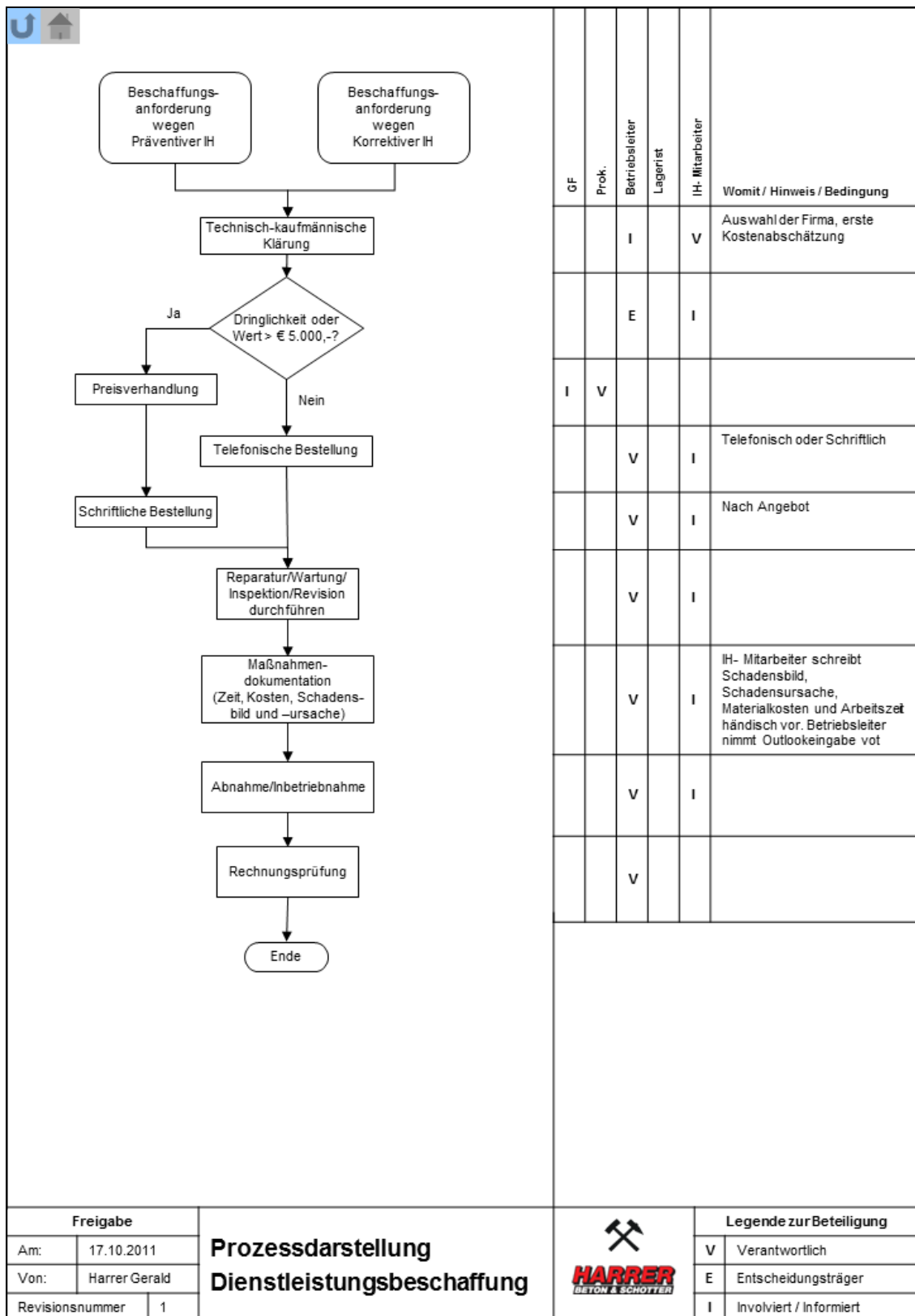


Anh. D.3: **Prozessdarstellung korrektive Instandhaltung.**

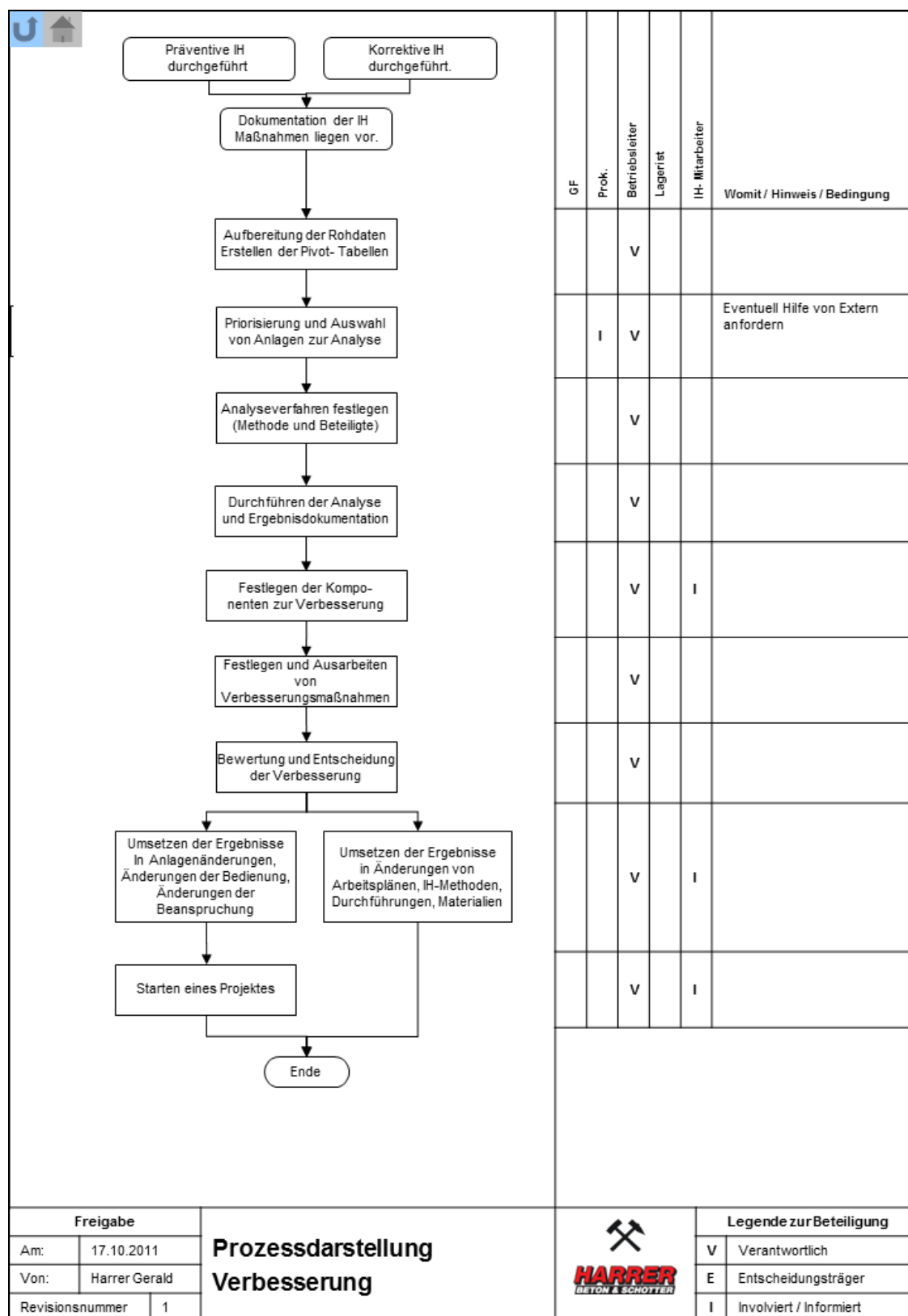


Anh. D.4: Prozessdarstellung Materialbeschaffung.





Anh. D.5: **Prozessdarstellung Dienstleistungsbeschaffung.**

Anh. D.6: **Prozessdarstellung Verbesserung.**

## **E      Auszug aus ÖNORM M 9700**

Stetigförderer; allgemeine Sicherheitsvorschriften

- (2.3)            Betrieb und Wartung
- (2.3.1)        Stetigförderer dürfen nur für den vorgesehenen Zweck eingesetzt und nur unter den im Kaufvertrag und in den Betriebs- und Wartungsvorschriften festgelegten Bedingungen betrieben werden.
- (2.3.2)        Der Betreiber hat für ordnungsgemäße Beschickung, die ein Überladen ausschließt, Sorge zu tragen. Insbesondere darf der Betreiber nicht die Aufgabenstellen, besonders deren Lage oder die Durchflussmenge, verändern ohne vorher den Lieferanten zu befragen.
- (2.3.3.)        Stetigförderer dürfen nicht für den Personentransport verwendet werden, es sei denn, sie sind für diesen Zweck konstruiert und es liegt von der zuständigen Behörde eine Genehmigung für den Personentransport vor.
- (2.3.4)        Stetigförderer, insbesondere deren Trag- und Zugelemente müssen den Vorschriften der Hersteller entsprechend jederzeit in gutem Betriebs- und Wartungszustand erhalten werden. Lade- und Arbeitsstellen, Zugänge, Laufstege, Podeste und Steuerstände müssen stets frei von Lagerungen und sauber gehalten werden.
- (2.3.5)        Das Überprüfen, Ausrichten, Warten und Reinigen bewegter Teile (Gurte, Trommeln und Rollen, Ketten Kettenrädern u. ä) und von Reinigungseinrichtungen muss regelmäßig nach den Anweisungen des Herstellers durchgeführt werden. Die Häufigkeit dieser Arbeiten wird von der Art des Fördergurtes bestimmt. Mit Ausnahme selbsttätig wirkender Reinigungseinrichtungen oder im Falle von Einrichtungen, die besonders für eine Reinigung bei laufendem Gerät geschaffen wurden, dürfen diese Arbeiten nur durchgeführt werden, wenn das Gerät stillsteht und gegen Einschalten gesichert ist.
- (2.3.6.)        Montageöffnungen, die nicht Abschnitt 2.1.11 entsprechen, dürfen nicht geöffnet werden wenn das Gerät in Betrieb ist.  
(Dieser Abschnitt lautet:  
Öffnungen in Verkleidungen, die nicht unter Abschnitt 2.1.10 fallen und durch die ein Zugriff zu bewegten Teilen möglich ist, müssen durch Abdeckungen gesichert sein, die nur mit Werkzeug oder Schlüssel geöffnet werden können oder mit dem Antrieb verriegelt sind. Hinter Abdeckungen, die während des Laufens geöffnet werden müssen, sind Gefahrstellen durch Schutzvorrichtungen zu sichern.)
- (2.3.7.)        Nur hierzu befugte Personen dürfen Stetigförderer bedienen oder in den normalen Betriebsauslauf eingreifen, insbesondere gilt dies für alle Schaltvorgänge, die unbedingt fachkundigem und eingeschultem Personal zu übertragen sind.
- (2.3.8.)        Lage und Funktionsweise von Abschalt- und Nothalt-Einrichtungen müssen dem Personal bekannt sein; diese Einrichtungen müssen leicht erreichbar und der Zugang zu ihnen muss stets frei von Hindernissen sein. Das einwandfreie Funktionieren dieser Einrichtung muss in den festgelegten Zeit-

abständen überprüft werden.

- (2.3.9.) Die Wiederinbetriebnahme einer Anlage, die infolge einer Störung oder eines Unfalles abgeschaltet wurde, darf nur durch befugte Personen erfolgen, nachdem die Ursache für das Anhalten infolge eines Schadens oder Unfalles behoben und festgelegt wurde, dass das Wiedereinschalten gefahrlos möglich ist.
- (2.3.10.) Das Über- oder Unterqueren einer Anlage ist außer an den hierfür gekennzeichneten Stellen, zu verbieten (z. B. durch Anschlag)
- (2.3.11.) Alle Einstellarbeiten mechanischer oder elektrischer Art dürfen nur von befugten Personen durchgeführt werden. Vor diesen Arbeiten ist die Anlage abzuschalten und die Schalteinrichtung zu sperren.
- (2.3.12.) Reparaturen sowie das Entfernen von Schutzeinrichtungen dürfen nur von hierzu befugten Personal durchgeführt oder veranlasst werden; vor diesen Arbeiten ist die Anlage abzuschalten und die Schalteinrichtung zu sperren. Die Wiederinbetriebnahme durch das Personal darf erst nach Montage der Schutzvorrichtungen auf Anordnung des für die Anlage verantwortlichen erfolgen.
- (2.3.13.) Schmierarbeiten während des Betriebes sind verboten, wenn nicht die Lage der zu schmierenden Teile oder besondere Einrichtungen dies gefahrlos ermöglichen. Müssen zum Zwecke von Schmierarbeiten Schutzvorrichtungen entfernt oder geöffnet werden, darf das Schmieren nur bei Stillstand erfolgen.
- (2.3.14.) Über jeden Stetigförderer oder jede Anlage müssen Aufzeichnungen geführt werden (Prüfbuch für Stetigförderer ÖNORM M 9700 Bbl.1).
- (2.3.15.) Personen für die Bedienung und Wartung müssen unter besonderer Berücksichtigung der Betrieb- u. Wartungsvorschriften hinsichtlich der Unfallverhütung unterwiesen werden.
- (2.3.16.) Änderungen, die sich auf Konstruktion oder Funktion der Anlage auswirken, dürfen nicht ohne Einwilligung des Herstellers oder Lieferanten vorgenommen werden. Liegt eine solche Einwilligung nicht vor, erlischt die Verantwortlichkeit des Herstellers oder Lieferanten.
- (2.3.17.) Das Überprüfen und Ausrichten von Stetigförderern während des Betriebes ist mit angebrachten Schutzvorrichtungen durchzuführen, außer, wenn ein Arbeiten unter diesen Voraussetzungen nicht möglich ist. Wenn Schutzvorrichtungen entfernt werden müssen, darf dies nur im unmittelbaren Arbeitsbereich und unter Wahrung der nötigen Vorsicht geschehen.
- (2.3.18.) Jener Anlagenteil, bei dem eine Schutzvorrichtung entfernt werden musste, muss abgesperrt werden, damit Personen sich dem Anlagenteil nicht nähern können, solange die Anlage in Betrieb ist.
- (2.3.19.) Arbeiten an ungesicherten Geräten dürfen nur von einem sichern Standplatz aus durchgeführt werden. Wird eine Leiter verwendet, muss diese gesichert stehen (angelascht sein).
- (2.3.20.) Wenn Schutzvorrichtungen für Wartungs- und Reparaturarbeiten entfernt

worden sind, dürfen Arbeiten nur durch damit beauftragte, fachkundige Personen durchgeführt werden. Diese Personen müssen auf die bei der Arbeit möglichen Gefahren aufmerksam gemacht werden und mit den erforderlichen Schutzmaßnahmen vertraut sein.

- (2.3.21) Bei Wartungs- und Reparaturarbeiten an ungesicherten Geräten muss eine zweite Person, die mit den im Notfall zu ergreifenden Maßnahmen vertraut ist, den Arbeitenden beobachten, sich dabei im Bereich eines Ausschalters, aber außerhalb des Gefahrenbereiches, aufhalten und bereit sein, den Ausschalter zu betätigen.<sup>159</sup>

---

<sup>159</sup> ÖNORM M 9700: 2005: Stetigförderer; allgemeine Sicherheitsvorschriften.

## Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Graz, den 07.03.2012

.....